

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-179190

(P2004-179190A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 21/20
G01N 21/88
H01L 21/268

F 1
H01L 21/20
G01N 21/88
H01L 21/268

テーマコード (参考)
2G051
5FO52
T

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-339982 (P2002-339982)
(22) 出願日 平成14年11月22日 (2002.11.22)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 100075557
弁理士 西教 圭一郎
(74) 代理人 100072235
弁理士 杉山 翔至
(74) 代理人 100101638
弁理士 廣瀬 峰太郎
(72) 発明者 上田 泰広
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
F ターム (参考) 2G051 AA51 AA90 AB01 AB06 AB20
BA08 CA04 CB02 CC15 DA05
EA17

最終頁に続く

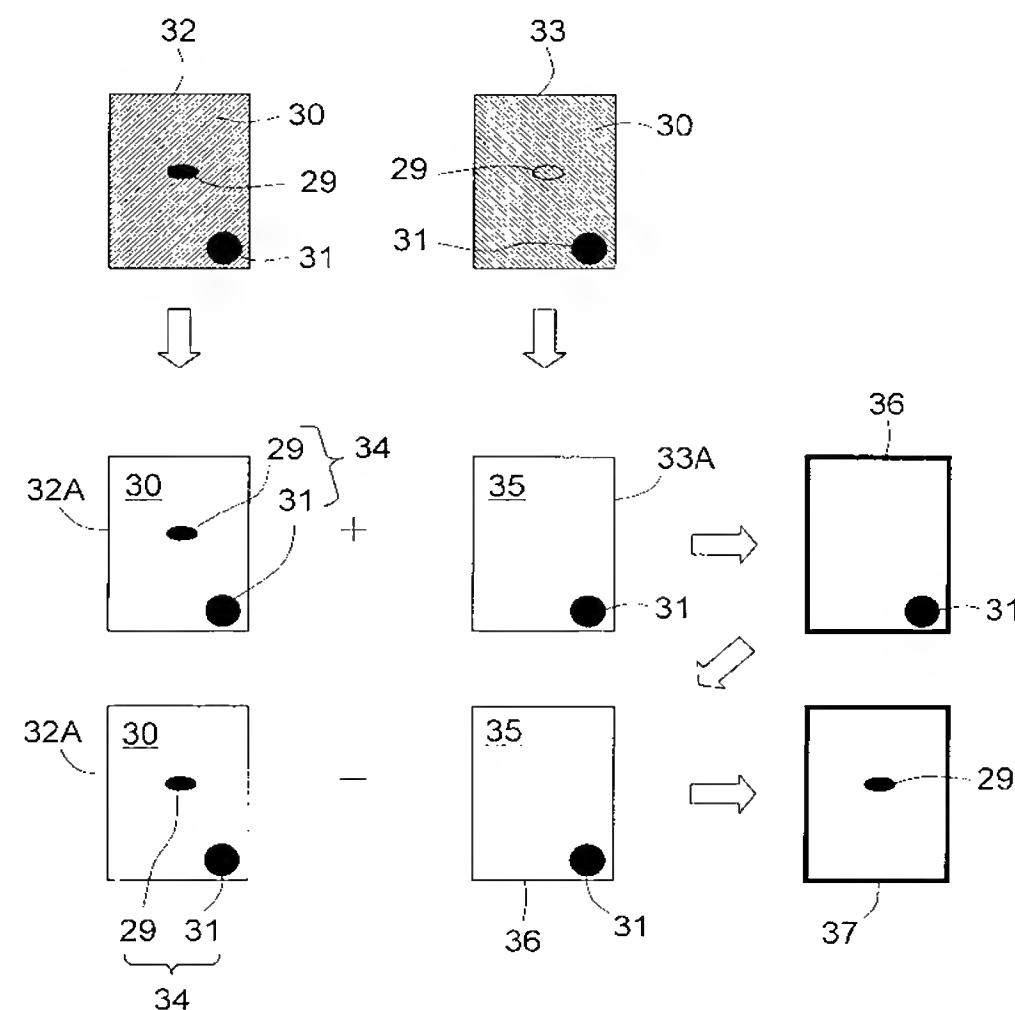
(54) 【発明の名称】結晶性膜の検査装置および検査方法

(57) 【要約】

【課題】装置の構造を簡単化とともに、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができる結晶性膜の検査装置および検査方法を提供する。

【解決手段】短波長での撮像画像32の濃度値に基づいて、撮像画像32Aを、その濃度値で結晶膜領域30と第1領域34とに分離し、長波長での撮像画像33の濃度値に基づいて、撮像画像33Aを、その濃度値で異物欠陥領域31と第2領域35とに分離する。画像32Aと画像33Aとの論理積をとることで、異物欠陥領域31を検出する。異物欠陥領域31の検出画像36と、画像32Aとの差分をとることで、非晶質膜領域29だけを検出する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射する照射手段と、
結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮像する撮像手段と、
撮像手段を用いて撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する検出手段とを有することを特徴とする結晶性膜の検査装置。
。

【請求項 2】

10
非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射する照射手段と、
結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮像する撮像手段と、
撮像手段を用いて撮像された短波長の光での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離し、撮像手段を用いて撮像された長波長の光での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する領域分離手段と、
領域分離手段によって分離された結晶膜領域と第1および第2領域と異物欠陥領域とを用いて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する検出手段とを有することを特徴とする結晶性膜の検査装置。
20

【請求項 3】

照射手段は、白色照明であることを特徴とする請求項1または2に記載の結晶性膜の検査装置。

【請求項 4】

撮像手段は、光学顕微鏡を有することを特徴とする請求項1または2に記載の結晶性膜の検査装置。

【請求項 5】

30
非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射しつつ前記結晶性膜を撮像する第1の工程と、
撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する第2の工程とを有することを特徴とする結晶性膜の検査方法。

【請求項 6】

前記第2の工程は、

撮像された短波長の光での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離する短波長画像分離段階と、
撮像された長波長の光での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する長波長画像分離段階と、
40

短波長画像分離段階で分離された短波長画像と、長波長画像分離段階で分離された長波長画像との論理積をとることで異物欠陥領域だけを検出する段階と、
前記段階で検出された異物欠陥領域の検出画像と、短波長画像分離段階で分離された短波長画像との差分をとることで非晶質膜領域だけを検出する段階と、
を有することを特徴とする請求項5に記載の結晶性膜の検査方法。

【請求項 7】

短波長の光での短波長画像として、原画像のうちの青色成分画像を用い、長波長での光での長波長画像として、原画像のうちの赤色成分画像を用いることを特徴とする請求項6に記載の結晶性膜の検査方法。
50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、結晶性膜の検査装置および検査方法に関し、特に非晶質シリコンおよび多結晶シリコンが混在する基板において、基板に含まれる異物および異物欠陥を検出する場合に用いられる結晶性膜の検査装置および検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

高解像度の要望が強い液晶表示素子およびイメージセンサーなどにおいては、駆動方式として、たとえばガラスなどの絶縁基板の一表面部に高性能な半導体素子を形成したアクティブマトリックス形の薄膜トランジスタ(TFT:Thin Film Transistor)が用いられている。10 前記TFTには、薄膜状のシリコン半導体を用いるのが一般的である。薄膜状のシリコン半導体は、非晶質シリコンつまりアモルファスシリコンから成る非晶質シリコン半導体と、結晶性を有するシリコンから成る結晶性シリコン半導体との2つに大別される。

【0003】

非晶質シリコン半導体は、成膜温度が比較的低く、気相成長法によって比較的容易に製造することが可能であり、量産性に富むといった特徴を有するので、最も一般的に用いられている。しかし非晶質シリコン半導体は、結晶性シリコン半導体に比べて導電性などの物性が劣るので、高速特性を得るために結晶性シリコン半導体から成るTFTの製造技術の確立が強く求められている。20

【0004】

結晶性を有するシリコンを作製する技術として、基板の一表面部に、プラズマCVD(プラズマCVD:Chemical Vapor Deposition)法または減圧熱化学気相成長法などによって、アモルファスシリコン薄膜が形成され、このアモルファスシリコン薄膜に金属触媒を塗布し、固相成長結晶化工程を施した後、レーザアニール結晶化工程を経て、連続結晶粒界を有する結晶性シリコン半導体膜(以後、単に結晶膜と呼ぶ場合もある)が形成される技術(たとえば、特許文献1参照)が提案されている。

【0005】

固相成長結晶化工程後、基板の一表面部の結晶化状態を管理する技術も実用化されている。30 たとえば多結晶膜すなわち多結晶シリコンと非晶質シリコンとの光の透過強度の違いに基づいて、これら多結晶シリコンと非晶質シリコンとを分離および検出する技術が公知である。

【0006】

透明な物体中の微小異物または物体表面部に付着した微小異物を検査する技術(たとえば、特許文献2参照)も提案されている。前記技術においては、ハロゲンランプなどの光源で、透明な物体に光を照射し、その反射光をカラーCCDカメラ(CCD:Color Coupled Device)で撮像する。得られたカラー画像を画像処理とともに、異物の赤成分強度、緑成分強度、青成分強度を求める。これらのデータを、対象となる異物の分光反射特性を強調するように決定した各強度の係数を用いて組み合わせる。この組み合せ値の値を、予め実験によって求めた基準値と比較し、微小異物の材質を検出するようになっている。40

【0007】

【特許文献1】

特開平8-69968号公報

【特許文献2】

特開平9-257717号公報(第5-6頁、第5図)

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

前記特許文献1に記載の従来技術では、固相成長結晶化工程における結晶化が不十分な場50

合、基板の一表面部のうち、非晶質シリコンのまま残留する領域は大きくなる。反対に、固相成長結晶化工程における結晶化が行過ぎた場合、基板の一表面部のうち、非晶質シリコンのまま残留する領域が小さくなる。固相成長結晶化工程では、結晶化されたいわゆるポリシリコンに対して、ある程度の面積比の非晶質シリコンを残しておくことが望ましい。これは、固相成長結晶化工程で、ある程度の面積比の非晶質シリコンを残しておき、その後のレーザアニール結晶化工程によって得られる結晶膜を用いて作製された薄膜トランジスタの方が電子移動度が高く、トランジスタがオンするときの電圧であるしきい電圧が小さいためである。したがって前述のように固相成長結晶化工程における結晶化が不十分な場合および結晶化が進行し過ぎた場合には、不良基板として扱わねばならない。

10

【0009】
透過強度の違いに基づいて、多結晶シリコンと非晶質シリコンとを分離および検出する従来技術では、基板の一表面部に異物がある場合、または異物欠陥がある場合、異物の大部分は、可視光の全波長域において透過強度が低いので、異物および異物欠陥も非晶質シリコンとして誤検出されてしまう。

20

【0010】
前記特許文献2に記載の従来技術では、物体の光反射特性を利用しているので、反射率の小さな検出物には適さない。仮に反射光を透過光に代用したとしても、異物の種類を分別すること自体不可能となる。非晶質シリコンおよび多結晶シリコンが混在する基板において、基板の一表面部の多結晶シリコンと非晶質シリコンとの面積比および分布状況を検出する場合、反射光よりも透過光を用いた撮像結果の方がコントラスト比が高いので、少なくとも多結晶シリコンと非晶質シリコンとの面積比および分布状況を検出する場合には、透過光を用いる必要がある。

20

【0011】
透過光を用いた撮像結果に基づいて多結晶シリコンと非晶質シリコンとを分離および検出し、その後、反射光を用いた別の撮像手段および別の照射手段によって、非晶質シリコンと、異物または異物欠陥とを分別する必要がある。このように、多結晶シリコンと非晶質シリコンと異物とを分離および検出するためには、複数の撮像手段と複数の照射手段が必要になる。それ故、検査装置が大形化し、前記分離および検出するための制御系が複雑化する。

30

【0012】
したがって本発明の目的は、装置の構造を簡単化するとともに、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができる結晶性膜の検査装置および検査方法を提供することである。

30

【0013】
【課題を解決するための手段】
本発明は、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射する照射手段と、結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮像する撮像手段と、撮像手段を用いて撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する検出手段とを有することを特徴とする結晶性膜の検査装置である。

40

【0014】
本発明に従えば、照射手段によって、結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射したうえで、この結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮像手段を用いて撮像する。検出手段は、撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。このように、同一の照射手段および同一の撮像手段を用いて撮像された画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができる。換言すれば、たとえば複数の撮像手段

50

および複数の照射手段を用いることなく、前記3つの領域を確実にかつ簡単に検出することができる。したがって、検査装置の構造を簡単化することができるとともに、前記結晶性膜のうちの非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができる。

【0015】

また本発明は、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射する照射手段と、結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮像する撮像手段と、

撮像手段を用いて撮像された短波長の光での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離し、撮像手段を用いて撮像された長波長の光での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する領域分離手段と、

領域分離手段によって分離された結晶膜領域と第1および第2領域と異物欠陥領域とを用いて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する検出手段とを有することを特徴とする結晶性膜の検査装置である。

【0016】

本発明に従えば、照射手段によって、結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射したうえで、この結晶性膜を撮像手段を用いて撮像する。領域分離手段は、撮像手段を用いて撮像された短波長での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離する。また領域分離手段は、撮像された長波長での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する。検出手段は、領域分離手段によって分離されたこれら結晶膜領域と第1および第2領域と異物欠陥領域とを用いて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。

【0017】

このように、同一の照射手段および同一の撮像手段を用いて撮像された画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができる。換言すれば、たとえば複数の撮像手段および複数の照射手段を用いることなく、前記3つの領域を確実にかつ簡単に検出することができる。したがって、検査装置の構造を簡単化することができるとともに、前記結晶性膜のうちの非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができる。

【0018】

また本発明は、照射手段は、白色照明であることを特徴とする。

本発明に従えば、少なくとも短波長および長波長の光を照射することができる照射手段と、白色照明によって簡単に実現することができる。

【0019】

また本発明は、撮像手段は、光学顕微鏡を有することを特徴とする。

本発明に従えば、撮像手段は光学顕微鏡を有するので、光学顕微鏡によって高い空間分解能を実現することができ、結晶性膜を所望の拡大倍率で詳細に検査することが可能となる。

【0020】

また本発明は、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在した結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射しつつ前記結晶性膜を撮像する第1の工程と、

撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する第2の工程とを有することを特徴とする結晶性膜の検査方法である。

【0021】

10

20

30

40

50

本発明に従えば、第1の工程において、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在された結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射しつつ前記結晶性膜を撮像する。第2の工程において、撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。このように上述した第1の工程以外に、結晶性膜に光を照射して撮像する工程を用いることなく、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができる。したがって結晶性膜の検査方法を簡単化したうえで、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実に検出することができます。さらに非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを分離および検出するための制御系を簡単化することができます。

10

【0022】

また本発明は、前記第2の工程は、撮像された短波長の光での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離する短波長画像分離段階と、撮像された長波長の光での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する長波長画像分離段階と、短波長画像分離段階で分離された短波長画像と、長波長画像分離段階で分離された長波長画像との論理積をとることで異物欠陥領域だけを検出する段階と、前記段階で検出された異物欠陥領域の検出画像と、短波長画像分離段階で分離された短波長画像との差分をとることで非晶質膜領域だけを検出する段階と、を有することを特徴とする。

20

【0023】

本発明に従えば、短波長画像分離段階において、撮像された短波長の光での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離する。長波長画像分離段階において、撮像された長波長の光での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する。その後、短波長画像分離段階で分離された短波長画像と、長波長画像分離段階で分離された長波長画像との論理積をとることで、異物欠陥領域だけを検出する。検出された前記異物欠陥領域の検出画像と、短波長画像分離段階で分離された画像との差分をとることで、非晶質膜領域だけを検出する。

30

【0024】

このように、特に、短波長画像分離段階で分離された短波長画像と、長波長画像分離段階で分離された長波長画像との論理積をとることで、異物欠陥領域だけを検出することが可能となる。しかも検出された前記異物欠陥領域の検出画像と、短波長画像分離段階で分離された画像との差分をとることで、非晶質膜領域だけを検出することが可能となる。すなわち、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを分離および検出する結晶性膜の検査方法を実現することができる。

40

【0025】

また本発明は、短波長の光での短波長画像として、原画像のうちの青色成分画像を用い、長波長での光での長波長画像として、原画像のうちの赤色成分画像を用いることを特徴とする。

【0026】

本発明に従えば、短波長の光での短波長画像として、原画像のうちの青色成分画像を用いることで、結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離することを実現することができる。長波長の透過光での長波長画像として、原画像のうちの赤色成分画像を用いることで、異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離することを実現することができる。

【0027】

50

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態に係る結晶性膜1の検査装置2の構成を示す模式図であり、図2は、基板4に形成された結晶性膜1と検査装置2との関係を部分的に示す斜視図である。本実施形態は、たとえばアクティブマトリックス形の薄膜トランジスタなどを製造する場合に、固相成長結晶化工程後に得られる結晶性膜を検査する検査装置に適用される。以下の説明は、結晶性膜1の検査方法および結晶性膜1の作製方法についての説明をも含む。非晶質シリコン半導体膜（以後、単に非晶質膜と呼ぶ場合がある）を作製した後、この非晶質膜を、固相成長結晶化工程によって部分的に結晶化させて結晶性膜1を作製するものとする。

【0028】

図3は、基板4を厚み方向に拡大して示す断面図であって、基板4の一表面部に、結晶性膜を形成した後、結晶膜を形成する工程を段階的に示す断面図である。図3(a)に示される基板4は、電気絶縁材料であるたとえばガラスなどから成る厚み方向から見てたとえば長方形の平板状基材5の一表面部5aに、非晶質膜である非晶質シリコン層6が形成されて構成される。平板状基材5の板厚は、たとえば約0.7mmに形成されている。非晶質シリコン層6は、たとえばプラズマCVD (CVD: Chemical Vapor Deposition) 法またはLPCVD (LPCVD: Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 法によって形成され、たとえば約1000オングストローム(Å)以上1500Å以下程度の膜厚を有する。

【0029】

次に図3(b)に示すように、非晶質シリコン層6の一表面部6aに、たとえば酸化液が塗布され、この酸化液の働きによって酸化膜7が形成される。酸化膜7の一表面部7aに図示外の結晶化促進液が塗布され、その後図3(c)に示すように、酸化膜7の一表面部7aに、金属触媒を塗布するためのたとえば回転塗布装置によって触媒堆積層8が形成される。触媒堆積層8が形成された図3(c)に示される基板4は、固相成長結晶化工程において、非晶質シリコン層6の結晶化が始まる温度、たとえば約550°C以上で加熱されて非晶質シリコン層6の結晶化が進行する。非晶質シリコン層6の結晶化がある程度進行した固相成長結晶化工程後に、結晶性膜1を、後述する検査装置2によって検査する。その後、エキシマレーザアニール結晶化工程において、エキシマレーザアニール装置を用いて、非晶質シリコン層6に対しレーザ光Rαを照射する。その結果、非晶質シリコン層6は一度溶融し、冷却固化過程を経て多結晶化する。つまり基板4の一表面部に結晶膜が形成される。

【0030】

固相成長結晶化工程直後に結晶性膜1を検査する検査装置2は、××ステージ8と、××ステージ駆動機構9（図4参照）と、Z軸駆動用モータ10と、撮像手段としてのカラーCCDカメラ11 (CCD: Charge Coupled Device) および光学顕微鏡12と、照射手段としての白色照明18と、領域分離手段および検出手段としての制御装置14と、ディスプレイ15と、キーボード16およびマウス17（図4参照）とを有する。××ステージ8は、基板4を吸着支持するステージであって、略長方形状のステージ8の長手方向に沿った×方向と、吸着支持された基板4の厚み方向および×方向に直交するY方向とに移動可能に構成されている。この××ステージ8は、ベースフレーム18に対し×およびY方向に移動可能に支持されている。

【0031】

××ステージ駆動機構9は、カラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12と、白色照明18とに対し、結晶性膜1の任意の一部を検査対象位置に選択的に移動する機構である。この××ステージ駆動機構9は、××ステージ8を×方向に移動駆動可能な駆動源を有する図示外の×方向駆動機構と、××ステージ8をY方向に移動駆動可能な駆動源を有する図示外のY方向駆動機構とを有する。Z軸駆動用モータ10は、××ステージ8を、カラーCCDカメラ11に対し矢符Zにて示す基板4の厚み方向に移動するつまりフォーカシング調整する機能を有する。

10

20

30

40

50

【0082】

カラーCCDカメラ11は、赤(R)、緑(G)、青(B)色から成るRGB画像つまりカラー画像で撮像対象を撮像可能に構成されている。前記カラー画像は、カラー原画像とも呼ばれる。このカラーCCDカメラ11は、基板4の厚み方向一方に支持され、このカラーCCDカメラ11の撮像部に光学顕微鏡12が取付けられている。したがってカラーCCDカメラ11は、基板4に形成された結晶性膜1を光学顕微鏡12を介して撮像可能に配置して設けられている。光学顕微鏡12は対物レンズ 12α を有し、このカラーCCDカメラ11は、光学顕微鏡12を介してたとえば約 $128\mu\text{m} \times 128\mu\text{m}$ の矩形状の領域を撮像可能に構成されている。このように撮像手段は、カラーCCDカメラ11と、空間分解能の高い光学顕微鏡12とを有するので、結晶性膜1を所望の拡大倍率でもって詳細に検査することが可能となる。

【0083】

白色照明13はたとえばハロゲンランプから成る。この白色照明13は、ベースフレーム18に一体に設けられ、かつ、カラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12の略光軸方向に沿って、基板4の厚み方向他方に配設つまり配置して設けられている。この白色照明13は、たとえば約400nm以上約700nm以下の波長成分を有する白色光を、照射対象に照射可能に構成されている。照射対象である基板4の結晶性膜1に、基板4の厚み方向一方に向けて前記白色光を照射して透過させたうえで、この透過光をカラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12を用いて撮像するように構成されている。また白色照明13には、照射状態と非照射状態とを手動切換えるための切替スイッチ13 α と、照度を設定するための図示外のボリュームが付設されている。

【0084】

図4は、検査装置2の制御系のブロック図である。制御装置14は、中央演算処理装置20(CPU:Central Processing Unit)とロム21(ROM:Read Only Memory)とラム22(RAM:Random Access Memory)とから成るマイクロコンピュータと、バス28と、出入力インターフェース24と、駆動回路25, 26, 27とを有する。中央演算処理装置20とロム21とラム22とは、バス28を介して出入力インターフェース24に電気的に接続されている。出入力インターフェース24には、入力手段であるキーボード16およびマウス17がそれぞれ電気的に接続されている。

【0085】

出入力インターフェース24には、駆動回路25, 26, 27を介して××ステージ駆動機構9、X軸駆動用モータ10、ディスプレイ15がそれぞれ電気的に接続されている。ロム21には、撮像された前記RGB画像から、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する後述の検出プログラムが格納されている。前記検出プログラムは中央演算処理装置20にて実行される。ラム22には、非晶質膜領域の面積の基準値が予め設定されて記録されている。ラム22には、後述する非晶質塊の大きさの基準値が予め定められて記録されている。画像ボード28は図示外のビデオラムを備え、このビデオラムは、カラーCCDカメラ11で撮像されたRGB画像をRGB信号として書換え可能に記録する。撮像画像は、画像ボード28、出入力インターフェース24、駆動回路27を介してディスプレイ15に常時出力される。

【0086】

図5は、非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを検出する工程を模式的に示す図である。図6は、非晶質膜および結晶膜の波長に対する透過特性を示す図表である。前記検出プログラムは、撮像された短波長の透過光での撮像画像32の濃度値に基づいて、二値化された撮像画像32Aを、その濃度値で結晶膜領域30と前記結晶膜領域30以外の第1領域34とに分離する。また前記検出プログラムは、撮像された長波長の透過光での撮像画像33の濃度値に基づいて、二値化された撮像画像33Aを、その濃度値で異物欠陥領域31と前記異物欠陥領域31以外の第2領域35とに分離する。これら分離された結晶膜領域30と第1および第2領域34, 35と異物欠陥領域31とを用い

10

20

30

40

50

て、非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを検出する。

【0087】

撮像された短波長の透過光での撮像画像32として、カラー原画像のうちの青色成分画像を用いている。ここで青色成分画像とは、青色の波長成分の光学像を光電変換して得られた画像である。青色成分画像は単に青色画像とも呼ばれる。撮像された長波長の透過光での撮像画像33として、カラー原画像のうちの赤色成分画像を用いている。ここで赤色成分画像とは、赤色の波長成分の光学像を光電変換して得られた画像である。赤色成分画像は単に赤色画像とも呼ばれる。本実施形態において、前記短波長とは、たとえば約400nm以上500nm以下の波長と同義であり、前記長波長とは、たとえば約600nm以上700nm以下の波長と同義である。

10

【0088】

非晶質膜と結晶膜とは、波長に対する透過特性が異なる。上述したように、たとえば約400nm以上700nm以下の波長成分を有する白色光を、基板4全体に向けて照射して透過させ、透過光をカラーCCDカメラ11を用いて撮像すると、カラーCCDカメラ11が受光する透過光の光量は、基板4における結晶化状態によって異なる。カラーCCDカメラ11の撮像領域内に、非晶質膜領域29と結晶膜領域30とが混在している場合には、撮像画像には透過率すなわち濃度値の違いで反映される。白色光のうち、約400nm以上500nm以下の付近部において、結晶膜の光の透過率と非晶質膜の光の透過率との間に大きな差がある。したがって赤、緑、青色画像のうち、青色画像において、非晶質膜領域29の濃度値は低く、結晶膜領域30の濃度値は高い。このような特性を用いて、非晶質膜領域29と結晶膜領域30とを分離して検出する。

20

【0089】

図6に示すように、波長約400nm以上500nm以下の付近部における非晶質膜の透過率は、波長約600nm以上700nm以下の付近部における非晶質膜の透過率よりも低く、波長約400nm以上500nm以下の付近部における結晶膜の透過率は、波長約600nm以上700nm以下の付近部における結晶膜の透過率よりも高い。したがって約400nm以上500nm以下の付近部における波長構成と、約600nm以上700nm以下の付近部における波長構成とが、同じ程度であり、かつ、カラーCCDカメラ11の受光感度がこれらの波長領域において同じ程度の場合、赤色画像における平均濃度値は、青色画像における結晶膜の濃度値と、非晶質膜の濃度値との中間値に略等しくなる。

30

【0040】

また約600nm以上700nm以下の付近部において、結晶膜の透過率と非晶質膜の透過率との差は小さい。つまり赤色画像においては、非晶質膜領域29と結晶膜領域30とのコントラスト差は小さくなる。また前記異物欠陥領域31は、可視光域の全波長域において透過率が低く、短波長の透過光での撮像画像32および長波長の透過光での撮像画像33の濃度値はそれぞれ低くなる。

40

【0041】

以上のことから、図5に示すように、短波長の透過光での撮像画像32においては、非晶質膜領域29および異物欠陥領域31の濃度値よりも高く、結晶膜領域30の濃度値よりも低い濃度値を、二値化しきい値として二値画像32Aを得る。前記二値画像32Aを、撮像画像32Aまたは短波長画像32Aと呼ぶ場合もある。これによって短波長の透過光での撮像画像32Aを、その画像領域において結晶膜領域30と、前記結晶膜領域30以外の第1領域34とに分離することが可能である。長波長の透過光での撮像画像33においては、異物欠陥領域31の濃度値よりも高く、非晶質膜領域29の濃度値よりも低い濃度値を、二値化しきい値として二値画像33Aを得る。前記二値画像33Aを、撮像画像33Aまたは長波長画像33Aと呼ぶ場合もある。長波長の透過光での撮像画像33における非晶質膜領域29の濃度値は、結晶膜領域30の濃度値と略同等になる（図6の長波長での透過率が略同等なため）。これによって長波長の透過光での撮像画像33Aを、その画像領域において異物欠陥領域31と、前記異物欠陥領域31以外の第2領域35とに分離することが可能である。

50

【0042】

前記短波長の透過光での撮像画像32における二値画像32Aと、長波長の透過光での撮像画像33における二値画像33Aとの論理積をとることで、異物欠陥領域31だけを二値画像36として検出することができる。前記二値画像36を、異物検出二値画像36と呼ぶ場合もある。さらに短波長の透過光での撮像画像32における二値画像32Aと、前記異物検出二値画像36との差分をとることで、非晶質膜領域29だけを二値画像37として検出することができる。前記二値画像37を、非晶質膜検出二値画像37と呼ぶ場合もある。

【0043】

図7は、固相成長結晶化工程によって得られる結晶性膜を検査する工程を示すフローチャートである。図7において、 α_i ($i = 1, 2, 3$) はステップを示す。評価基板4を××ステージ3に吸着支持し、白色照明13の切替スイッチ18aを、非照射状態から照射状態に手動切替えしたうえで、ステップ0においてこの検査装置2の図示外の主電源を投入し、ステップ1で検査装置2の初期設定を行う。具体的に初期設定項目としては、白色照明13の照明照度と、評価基板4の××ステージ駆動機構9による検査位置などがある。

【0044】

カラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12によって、たとえば約100 msec毎に撮像されたRGB画像は、カラーCCDカメラ11からRGB信号として画像ボード28に送られ、さらに出入力インターフェース24および駆動回路27を介してディスプレイ15に常時出力される。ディスプレイ15に出力された透過画像を目視確認しつつ、前記初期設定項目である白色照明13の照度を設定し、××ステージ3を、××ステージ駆動機構9によってX方向およびY方向に移動して初期設定項目である検査位置を設定する。

【0045】

その後ステップ2に移行して、結晶膜領域30と非晶質膜領域29とのコントラスト差が大きくなるように最終的な評価基板4として用いる青色画像でフォーカシング調整する。ところで、RGB画像をカラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12によって撮像する場合、赤、青、緑成分の光に関してそれぞれ合焦させることが望ましいが、光学顕微鏡12の拡大倍率などによって3つの赤、青、緑色成分の光に関して合焦することは、各色成分の収差に起因して被写界深度が一致しないことから技術的に難しい。本検査装置2および結晶性膜1の検査方法によれば、非晶質膜領域29および結晶膜領域30を分離する濃度値情報は、青色成分で行うため、少なくとも青色成分の光に関して合焦させればよい。ここで合焦とは、光学顕微鏡12の焦点が、撮像対象の結晶性膜1の表面に一致する状態をいう。さらに焦点は、青色成分の光が焦点位置にある状態をいう。

【0046】

ステップ3においては、中央演算処理装置20からバス23、出入力インターフェース24、駆動回路26を介してX軸駆動用モータ10へ送られる命令によって、××ステージ3を矢印区にて示す基板4の厚み方向に移動駆動させつつ、結晶性膜1の画像を複数枚撮像する。この複数枚撮像されたカラー原画像は、前記ビデオラム28に書換え可能に記録される。すると前記検出プログラムは、複数枚の撮像画像のうちから、青色成分において濃度値の分散値の高い画像を選出する。

【0047】

フォーカスがずれる程、画像のコントラストは小さくなり、フォーカスがあっているとき、画像のコントラストは高くなる。換言すれば、画像のコントラストが高い、すなわち画像内の濃度値のばらつきが最も顕著な画像を、合焦画像とすることができる。したがって画像内の濃度値の分散値を算出、比較し、最も分散値の大きい画像すなわち最もコントラストの高い画像を合焦画像とする。その後、ステップ4において、前記カラー原画像から青色画像と赤色画像とを分離する。

【0048】

次にステップ5に移行し、非晶質膜領域29および異物欠陥領域31の濃度値よりも高く

結晶膜領域30の濃度値よりも低い濃度値を、二値化しきい値として、青色画像を二値化する。これによって短波長の透過光での撮像画像32Aすなわち短波長画像32Aを、その画像領域において結晶膜領域30とその他の第1領域34とに分離する。このとき前記二値化しきい値より小さい濃度値の領域を、たとえば非晶質膜領域29および異物欠陥領域31として検出することができる。前記二値化しきい値より大きい濃度値の領域を、結晶膜領域30として検出することができる。

【0049】

次にステップ6に移行し、異物欠陥領域31の濃度値よりも高く非晶質膜領域29の濃度値よりも低い濃度値を、二値化しきい値として、赤色画像を二値化する。これによって長波長の透過光での撮像画像33Aすなわち長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域31とその他の第2領域35とに分離する。このとき前記二値化しきい値より小さい濃度値の領域を、異物欠陥領域31として検出することができる。前記二値化しきい値より大きい濃度値の領域を、たとえば結晶膜領域30として検出することができる。

10

【0050】

次にステップ7において、青色成分の二値画像32Aと赤色成分の二値画像33Aとの論理積をとり、異物検出二値画像36を得る。次にステップ8において、青色成分の二値画像32Aと前記異物検出二値画像36との差分をとることで、非晶質膜領域29を二値画像37として検出する。その後ステップ9において、非晶質塊の大きさを算出するとともに、非晶質膜領域29の面積を算出し、ステップ10において終了する。前記非晶質塊とは、非晶質膜領域29における膜材の塊と同義である。このとき非晶質塊を二値画像の8近傍連結成分として検出する。非晶質塊の大きさは、非晶質塊連結成分の外接長方形の辺の長さとする。非晶質膜領域29の面積は、非晶質膜の連結成分の画素数とする。

20

【0051】

図8は、固相成長結晶化工程と、結晶性膜1の検査工程との関係を示すブロック図である。固相成長結晶化工程後に、結晶膜領域30に対する前記非晶質膜領域29の面積比と、予めラム22に記録しておいた非晶質膜領域の面積比とを比較する。しかも前記非晶質塊の大きさと、予めラム22に記憶しておいた非晶質塊の基準となる大きさとを比較する。このように固相成長結晶化工程直後に、検査装置2によって検査対象の結晶性膜1が正常か否かを判定することができる。

30

【0052】

上述したように実際の非晶質膜領域29の面積比と、記録しておいた非晶質膜領域の面積比とを比較し、非晶質塊の大きさと、記録しておいた非晶質塊の大きさとを比較し、これら比較結果の情報を固相成長結晶化工程にフィードバックすることによって、固相成長結晶化工程における、非晶質膜を部分的に結晶化するための条件を調整することができる。これによって、非晶質膜領域29および結晶膜領域30の混在比率を所望の比率にした結晶性膜1を作製することが可能になる。また、膜材の非晶質塊を基準となる大きさ未満にした結晶性膜1を作製することが可能となる。したがって前記情報を前工程にフィードバックすることで、歩留まりの向上に寄与することができる。前記非晶質膜を部分的に結晶化するための条件とは、たとえば加熱炉の焼成温度およびその焼成時間などである。

40

【0053】

以上説明した結晶性膜1の検査装置2によれば、結晶性膜1に、少なくとも短波長および長波長の透過光を照射したうえで、この結晶性膜1をカラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12を用いて撮像する。領域分離手段としての制御装置14は、前記撮像された短波長での撮像画像32の濃度値に基づいて、撮像画像32Aを、その画像領域において結晶膜領域30と前記結晶膜領域30以外の第1領域34とに分離する。また前記制御装置14は、撮像された長波長での撮像画像33の濃度値に基づいて、撮像画像33Aを、その画像領域において異物欠陥領域31と前記異物欠陥領域31以外の第2領域35とに分離する。分離された結晶膜領域30と第1および第2領域34, 35と異物欠陥領域31とを用いて、撮像画像における非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを検出することができる。

50

【0054】

このように、同一の白色照明18および同一のカラーCCDカメラ11および光学顕微鏡12を用いて撮像された画像の濃度値に基づいて、非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを検出することができる。換言すれば、たとえば複数の撮像手段および複数の照射手段を用いることなく、前記3つの領域を確実にかつ簡単に検出することができる。したがって、検査装置2の構造を簡単化することができるとともに、前記結晶性膜1のうちの非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを確実にかつ簡単に検出することができる。さらに非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを分離および検出するための制御系を簡単化することができる。

【0055】

また少なくとも短波長および長波長の透過光を照射することができる照射手段を、白色照明18によって簡単に実現することができる。撮像手段は光学顕微鏡12を有するので、光学顕微鏡12によって高い空間分解能を実現することができ、結晶性膜1を所望の拡大倍率で詳細に検査することができる。

10

【0056】

短波長画像分離段階において、撮像された短波長の透過光での撮像画像32の濃度値に基づいて、撮像画像32Aを、その画像領域において結晶膜領域30と前記第1領域34とに分離する。長波長画像分離段階において、撮像された長波長の透過光での撮像画像33の濃度値に基づいて、撮像画像33Aを、その画像領域において異物欠陥領域31と第2領域35とに分離する。その後、短波長画像分離段階で分離された画像32Aと、長波長画像分離段階で分離された画像33Aとの論理積をとることで、異物欠陥領域31だけを検出する。検出された前記異物欠陥領域31の検出画像36と、短波長画像分離段階で分離された画像32Aとの差分をとることで、非晶質膜領域29だけを検出する。

20

【0057】

このように、特に、短波長画像分離段階で分離された画像32Aと、長波長画像分離段階で分離された画像33Aとの論理積をとることで、異物欠陥領域31だけを検出することができる。しかも検出された前記異物欠陥領域31の検出画像36と、短波長画像分離段階で分離された画像32Aとの差分をとることで、非晶質膜領域29だけを検出することができる。すなわち、非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを分離および検出する結晶性膜1の検査方法を実現することができる。

30

【0058】

短波長の透過光での撮像画像32として、カラー原画像のうちの青色成分画像を用いることで、結晶膜領域30と前記結晶膜領域30以外の第1領域34とに分離することを実現することができる。長波長の透過光での撮像画像33として、カラー原画像のうちの赤色成分画像を用いることで、異物欠陥領域31と前記異物欠陥領域31以外の第2領域35とに分離することを実現することができる。

40

【0059】

本発明の実施の他の形態として、検査対象の結晶性膜を撮像する際、××ステージを2方向に移動駆動させずに、光学顕微鏡およびカラーCCDカメラを移動駆動させる構造にしてもよい。さらに××ステージを移動駆動させるとともに光学顕微鏡およびカラーCCDカメラを移動駆動させるようによることも可能である。本発明の検査方法は、生産される全ての基板の結晶性膜の検査つまり全数検査であってもよく、生産ロット単位内の抜取り検査であってもよい。記録手段として、ハードディスクなど他の記録手段を適用することも可能である。白色照明は、ハロゲンランプから成るものに限定されるものではない。その他、前記実施形態に、特許請求の範囲を逸脱しない範囲において種々の部分的変更を行う場合もある。

【0060】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、照射手段によって、結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射したうえで、この結晶性膜を、照射手段の反対方向から撮

50

像手段を用いて撮像する。検出手段は、撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。このように、同一の照射手段および同一の撮像手段を用いて撮像された画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができます。換言すれば、たとえば複数の撮像手段および複数の照射手段を用いることなく、前記3つの領域を確実にかつ簡単に検出することができます。したがって、検査装置の構造を簡単化することができますとともに、前記結晶性膜のうちの非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができます。

【0061】

10

また本発明によれば、照射手段によって、結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射したうえで、この結晶性膜を撮像手段を用いて撮像する。領域分離手段は、撮像手段を用いて撮像された短波長での短波長画像の濃度値に基づいて、短波長画像を、その画像領域において結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離する。また領域分離手段は、撮像された長波長での長波長画像の濃度値に基づいて、長波長画像を、その画像領域において異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離する。検出手段は、領域分離手段によって分離されたこれら結晶膜領域と第1および第2領域と異物欠陥領域とを用いて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。

【0062】

20

このように、同一の照射手段および同一の撮像手段を用いて撮像された画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができます。換言すれば、たとえば複数の撮像手段および複数の照射手段を用いることなく、前記3つの領域を確実にかつ簡単に検出することができます。したがって、検査装置の構造を簡単化することができますとともに、前記結晶性膜のうちの非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実にかつ簡単に検出することができます。

【0063】

また本発明によれば、少なくとも短波長および長波長の光を照射することができる照射手段を、白色照明によって簡単に実現することができます。

【0064】

30

また本発明によれば、撮像手段は光学顕微鏡を有するので、光学顕微鏡によって高い空間分解能を実現することができます。結晶性膜を所望の拡大倍率で詳細に検査することができます。

【0065】

また本発明によれば、第1の工程において、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とが混在された結晶性膜に、少なくとも短波長および長波長の光を含む照射光を照射しつつ前記結晶性膜を撮像する。第2の工程において、撮像された撮像画像のうち、短波長および長波長の両方の光を用いてそれぞれ撮像した撮像画像の濃度値に基づいて、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出する。このように上述した第1の工程以外に、結晶性膜に光を照射して撮像する工程を用いることなく、撮像画像における非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを検出することができます。したがって結晶性膜の検査方法を簡単化したうえで、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを確実に検出することができます。さらに非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを分離および検出するための制御系を簡単化することができます。

【0066】

40

また本発明によれば、特に、短波長画像分離段階で分離された短波長画像と、長波長画像分離段階で分離された長波長画像との論理積をとることで、異物欠陥領域だけを検出することが可能となる。しかも検出された前記異物欠陥領域の検出画像と、短波長画像分離段階で分離された画像との差分をとることで、非晶質膜領域だけを検出することが可能となる。すなわち、非晶質膜領域と結晶膜領域と異物欠陥領域とを分離および検出する結晶性

50

膜の検査方法を実現することができます。

【0067】

また本発明によれば、短波長の光での短波長画像として、原画像のうちの青色成分画像を用いることで、結晶膜領域と前記結晶膜領域以外の第1領域とに分離することを実現することができます。長波長の透過光での長波長画像として、原画像のうちの赤色成分画像を用いることで、異物欠陥領域と前記異物欠陥領域以外の第2領域とに分離することを実現することができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る結晶性膜1の検査装置2の構成を示す模式図である。

【図2】基板4に形成された結晶性膜1と検査装置2との関係を部分的に示す斜視図である。
10

【図3】基板4を厚み方向に拡大して示す断面図であって、基板4の一表面部に、結晶性膜を形成した後、結晶膜を形成する工程を段階的に示す断面図である。

【図4】検査装置2の制御系のブロック図である。

【図5】非晶質膜領域29と結晶膜領域30と異物欠陥領域31とを検出する工程を模式的に示す図である。

【図6】非晶質膜および結晶膜の波長に対する透過特性を示す図表である。

【図7】固相成長結晶化工程によって得られる結晶性膜を検査する工程を示すフローチャートである。

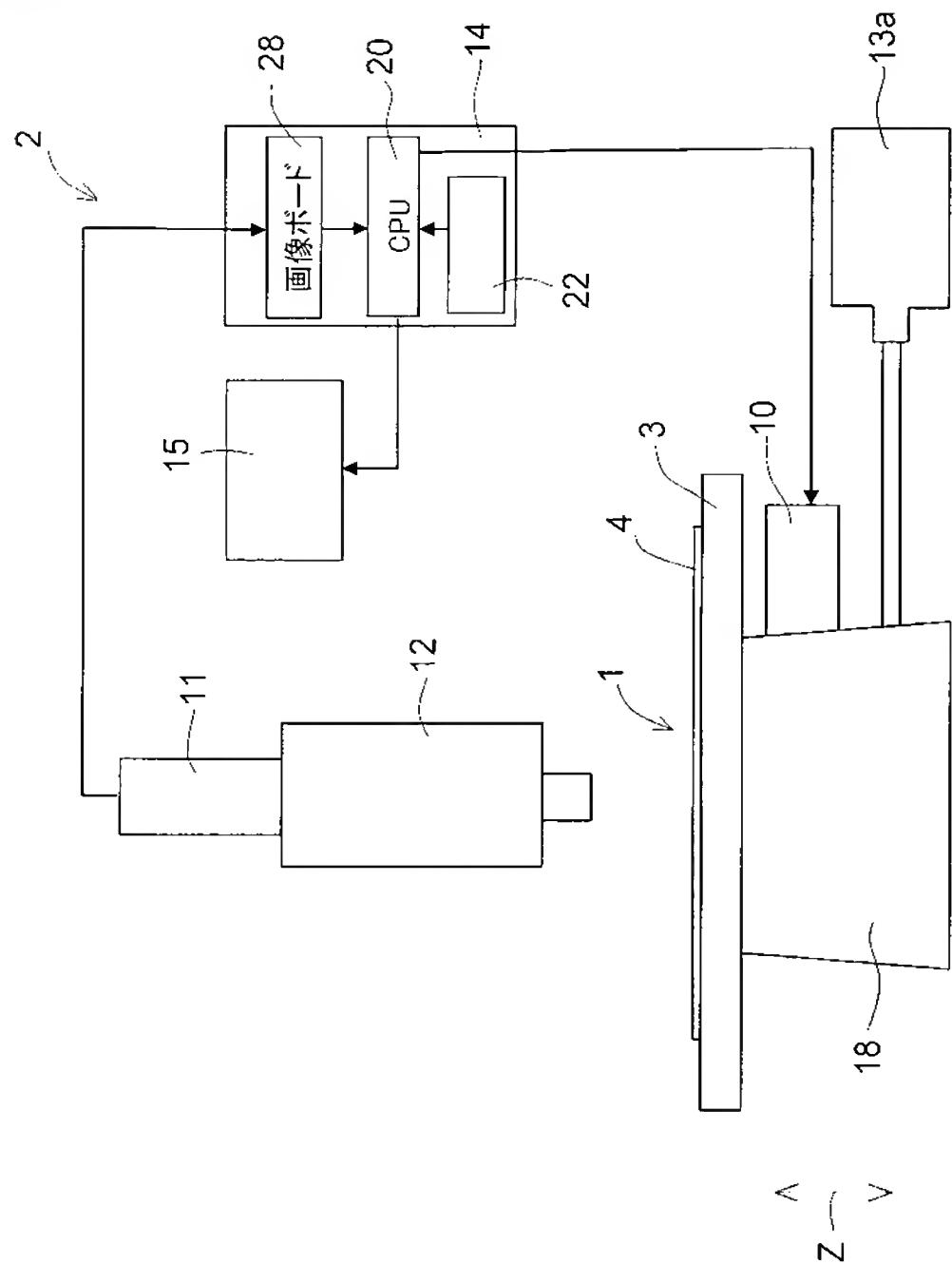
【図8】固相成長結晶化工程と、結晶性膜1の検査工程との関係を示すブロック図である
20
。

【符号の説明】

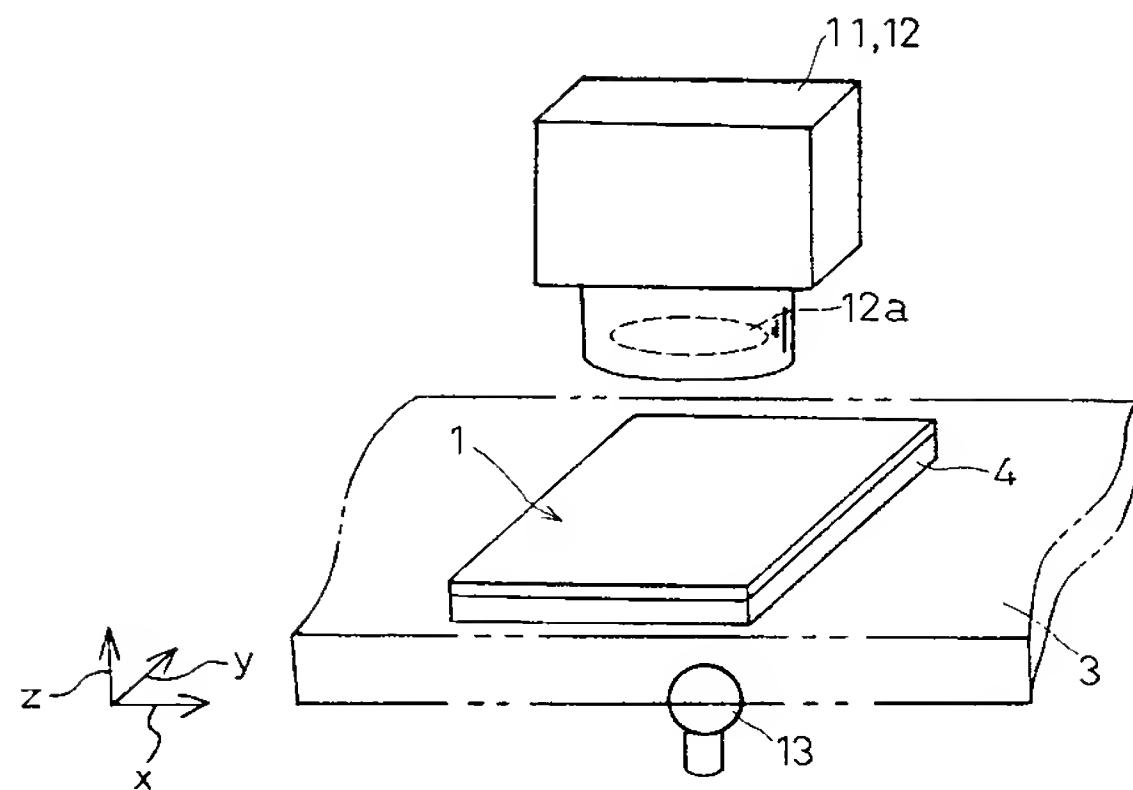
- 1 結晶性膜
- 2 検査装置
- 1 1 カラーCCDカメラ
- 1 2 光学顕微鏡
- 1 3 白色照明
- 2 9 非晶質膜領域
- 3 0 結晶膜領域
- 3 1 異物欠陥領域
- 3 2 A 短波長画像
- 3 3 A 長波長画像
- 3 4 第1領域
- 3 5 第2領域

30

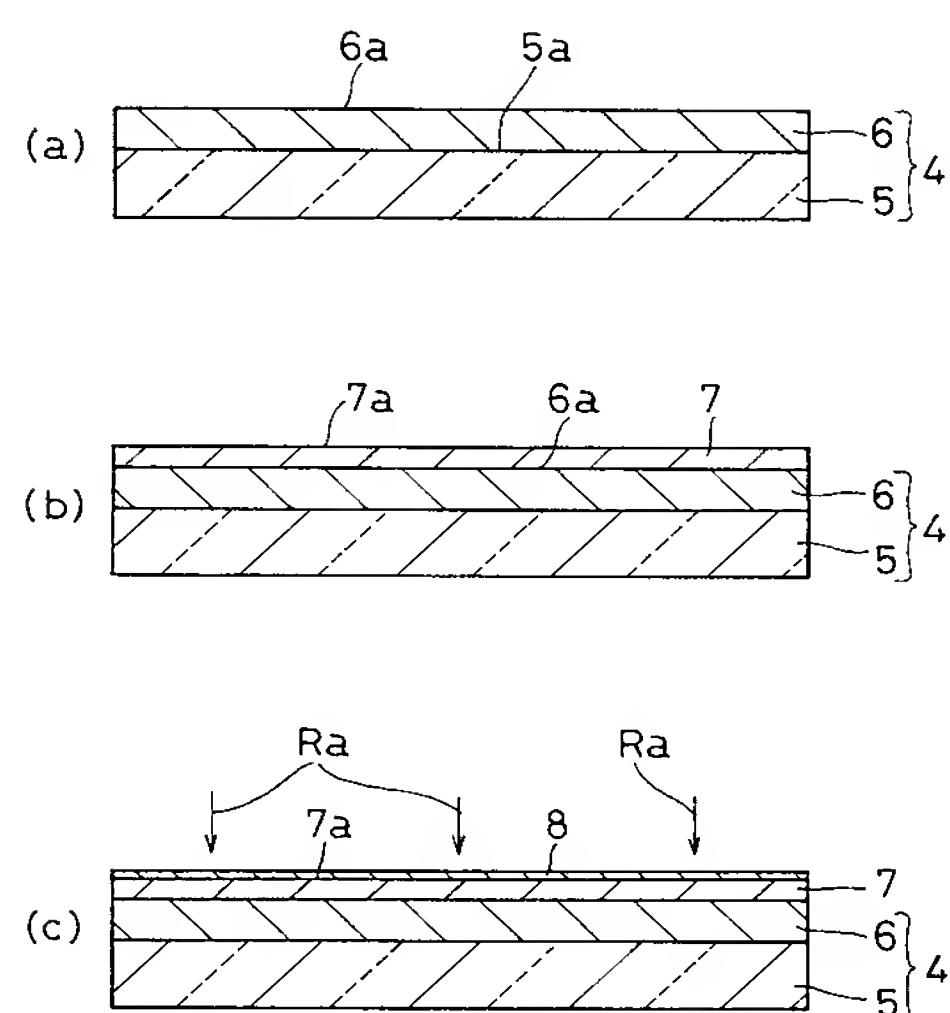
〔 叁 1 〕



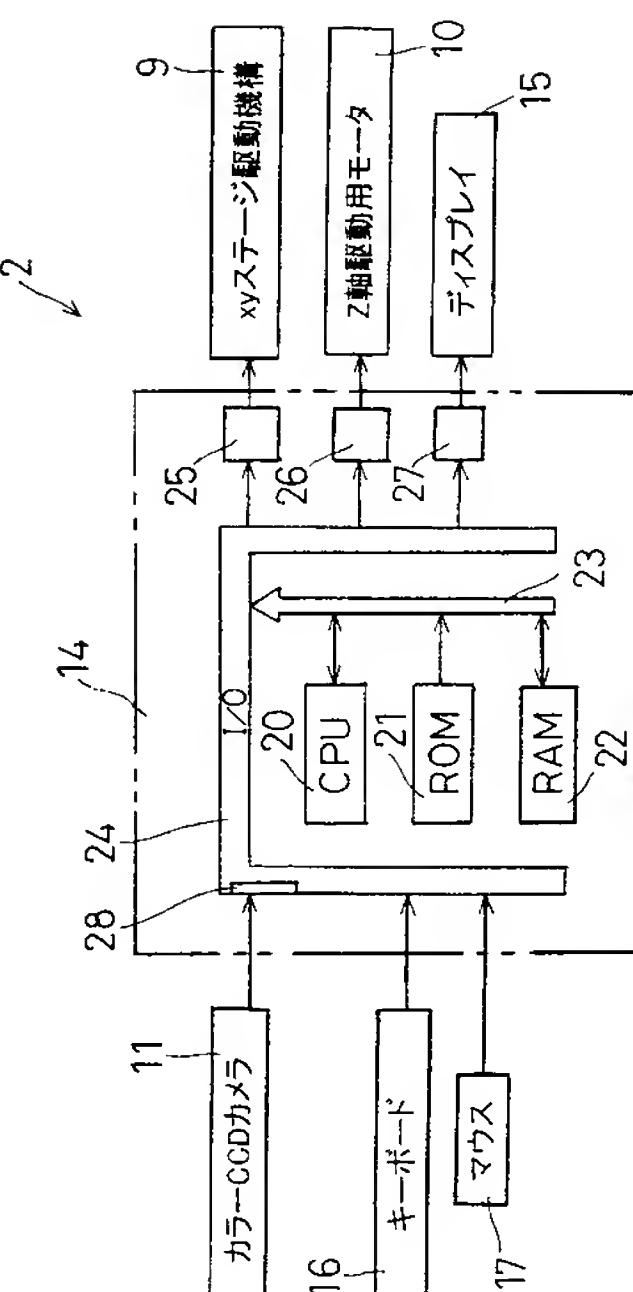
【 义 2 】



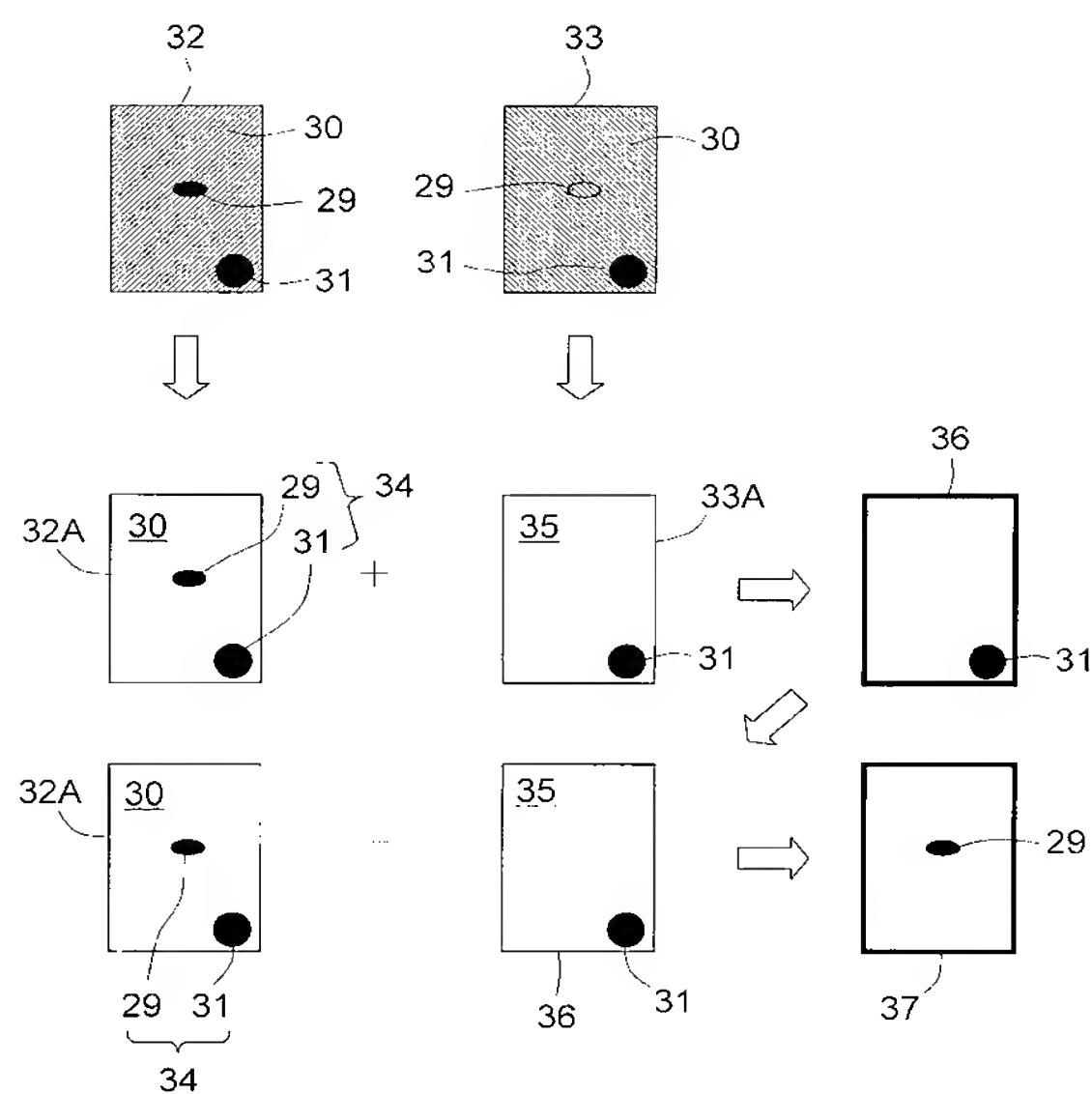
【 3 】



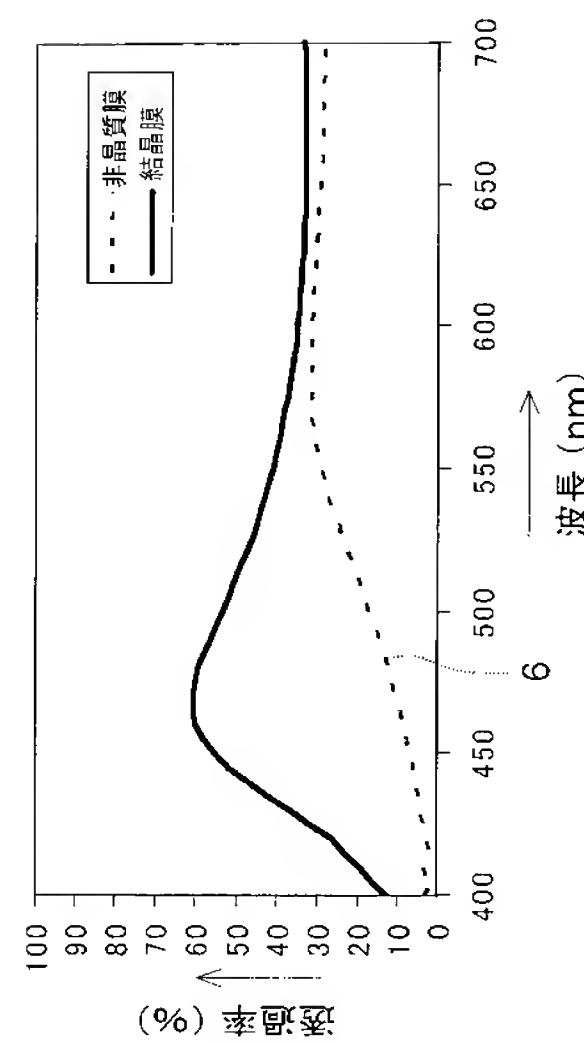
【 4 】



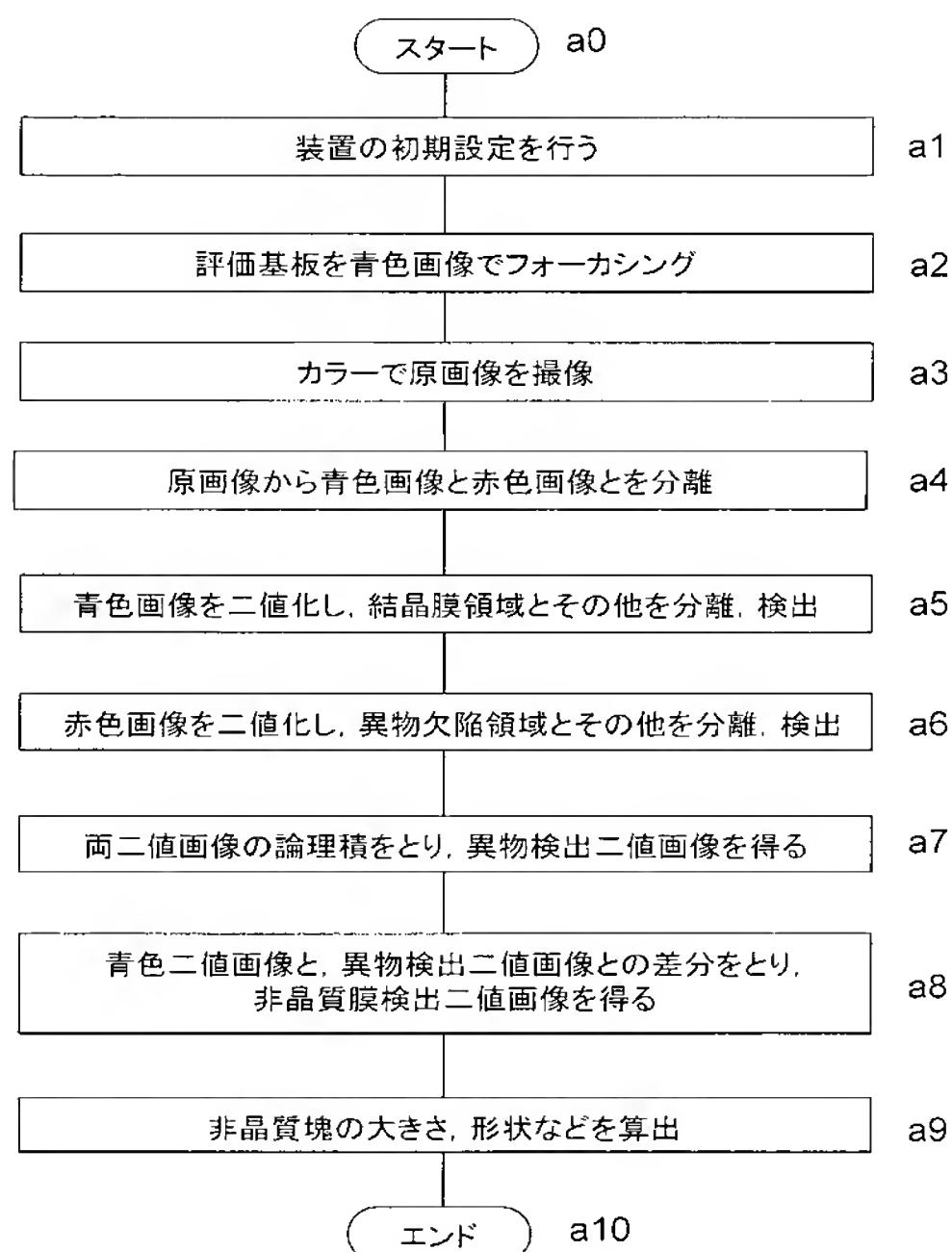
【図5】



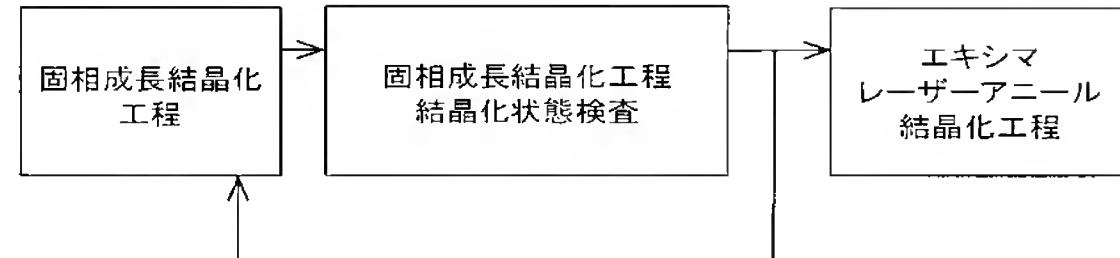
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F052 AA02 AA11 BB07 CA02 DA02 DB02 DB03 EA16 FA06 FA19
JA01

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2004-179190

(43) Date of publication of application : 24.06.2004

(51) Int. Cl. H01L 21/20

G01N 21/88

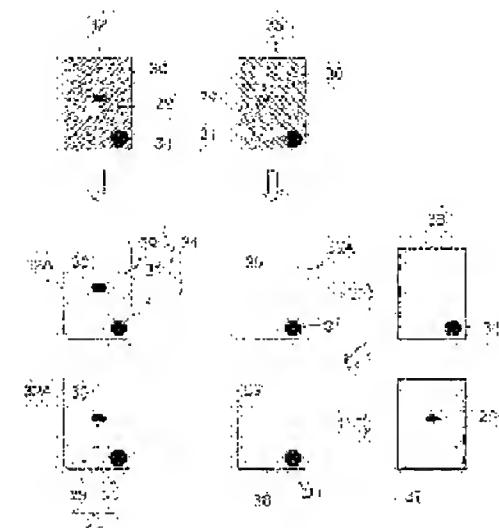
H01L 21/268

(21) Application number : 2002-
339982

(71) Applicant : SHARP CORP

(22) Date of filing : 22.11.2002 (72) Inventor : UEDA YASUHIRO

(54) DEVICE AND METHOD FOR INSPECTING CRYSTALLINE FILM



(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for inspecting crystalline film by which the structure of the device can be simplified and, at the same time, amorphous film region, crystalline film region, and defective region with foreign matters can be detected surely and easily.

SOLUTION: A picked-up image 32A is separated into a crystalline film region 30 and a first region 34 based on the density of a picked-up image 32 at a short wavelength, and another picked-up image 33A is separated into a defective region 31 caused by foreign matters and a second region 35 based on the density of a picked-up image 33 at a long wavelength. The defective region 31 caused by foreign matters is

detected by ANDing the images 32A and 33A. Only an amorphous film region 29 is detected by taking the difference between the detecting image 36 of the defective region 31 caused by foreign matters and the picked-up image 32A.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

An exposure means to irradiate the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least,

An image pick-up means to picturize the crystalline film from the opposite direction of an exposure means,

Test equipment of the crystalline film characterized by having a detection means to detect the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively among the image pick-up images picturized using the image pick-up means.

[Claim 2]

An exposure means to irradiate the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least,

An image pick-up means to picturize the crystalline film from the opposite direction of an exposure means,

It is based on the concentration value of the short wavelength image in the light of the short wavelength picturized using the image pick-up means. A short wavelength image is divided into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field. the long wave picturized using the image pick-up means -- the long wave in merit's light -- the concentration value of a long image -- being based -- a long wave -- a field separation means to divide a long image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field,

Test equipment of the crystalline film characterized by having a detection means to detect the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field, using the crystal film field, the 1st and 2nd fields, and foreign matter defective field which were separated by the field separation means.

[Claim 3]

An exposure means is test equipment of the crystalline film according to claim 1 or 2 characterized by being white lighting.

[Claim 4]

An image pick-up means is test equipment of the crystalline film according to claim 1 or 2 characterized by having an optical microscope.

[Claim 5]

The 1st process which picturizes said crystalline film, irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were

intermingled at least,

The inspection approach of the crystalline film characterized by having the 2nd process which detects the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively.

[Claim 6]

Said 2nd process,

The short wavelength image separation phase of dividing a short wavelength image into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field based on the concentration value of the short wavelength image in the light of the picturized short wavelength,

the picturized long wave -- the long wave in merit's light -- the concentration value of a long image -- being based -- a long wave -- the long wave which divides a long image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field -- a long image separation phase,

The phase of detecting only a foreign matter defective field by taking the AND of the short wavelength image separated in the short wavelength image separation phase, and the long wavelength image separated in the long wavelength image separation phase,

The phase of detecting only an amorphous film field by taking the difference of the detection image of the foreign matter defective field detected in said phase, and the short wavelength image separated in the short wavelength image separation phase,

The inspection approach of the crystalline film according to claim 5 characterized by ****(ing).

[Claim 7]

as the short wavelength image in the light of short wavelength -- the blue component image of the subject-copy images -- using -- a long wave -- the long wave in the light in merit -- the inspection approach of the crystalline film according to claim 6 characterized by using the red component image of the subject-copy images as a long image.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

Especially this invention relates to the test equipment and the inspection approach of the crystalline film which are used when detecting the foreign matter and foreign matter defect which are included in a substrate about the test equipment and the inspection approach of the crystalline film in the substrate with which amorphous silicon and polycrystalline silicon are intermingled.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The thin film transistor of the active-matrix form where want of high resolution formed the highly efficient semiconductor device in the 1 surface section of insulating substrates, such as glass, as an actuation method in a powerful liquid crystal display component, image sensors, etc. (TFT:Thin)

Film Transistor is used. It is common to said TFT to use a thin film-like silicon semi-conductor. A thin film-like silicon semi-conductor is divided roughly into two, the amorphous silicon semi-conductor which consists of amorphous silicon, i. e., an amorphous silicon, and the crystalline silicon semi-conductor which consists of the silicon which has crystallinity.

[0003]

Since it has the description that membrane formation temperature is comparatively low, manufacturing comparatively easily by vapor growth is possible, and it is rich in mass production nature, most generally the amorphous silicon semi-conductor is used. However, since physical properties, such as conductivity, are inferior in an amorphous silicon semi-conductor compared with a crystalline silicon semi-conductor, in order to acquire a high-speed property, establishment of the manufacturing technology of TFT which consists of a crystalline silicon

semi-conductor is called for strongly.

[0004]

as the technique which produces the silicon which has crystallinity -- the 1 surface section of a substrate -- plasma CVD (plasma CVD: Chemical Vapor Deposition) -- by low or reduced pressure thermochemistry vapor growth An amorphous silicon thin film is formed and a metal catalyst is applied to this amorphous silicon thin film. After giving a solid phase growth crystallization process, the technique (for example, patent reference 1 reference) in which the crystalline silicon semi-conductor film (it may only be henceforth called the crystal film) which has the continuation grain boundary is formed is proposed through the laser annealing crystallization process.

[0005]

The technique of managing the crystallization condition of the 1 surface section of a substrate is also put in practical use after the solid phase growth crystallization process. For example, the technique of it being based on the difference in the transparency reinforcement of light with the polycrystal film, i.e., polycrystalline silicon, and amorphous silicon, and separating and detecting these polycrystalline silicon and amorphous silicon is well-known.

[0006]

The technique (for example, patent reference 2 reference) of inspecting the minute foreign matter adhering to the minute foreign matter or the body surface section in a transparent body is also proposed. In said technique, it is the light source of a halogen lamp etc., and light is irradiated at a transparent body and the reflected light is picturized with a color CCD camera (CCD:Charge Coupled Device). While carrying out the image processing of the obtained color picture, it asks for the red component reinforcement of a foreign matter, green component reinforcement, and blue component reinforcement. the spectrum of the target foreign matter [data / these] -- it combines using the multiplier of each reinforcement it was determined that will emphasize a reflection property. The construction material of a minute foreign matter is detected as compared with the reference value which calculated the value of this combination value by experiment beforehand.

[0007]

[Patent reference 1]

JP, 8-69968, A

[Patent reference 2]

JP, 9-257717, A (the five - 6th page, drawing 5)

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

When the conventional technique of a publication of crystallization in a solid phase growth crystallization process is inadequate for said patent reference 1, the field which remains while it has been amorphous silicon among the 1 surface sections of a substrate becomes large. When crystallization in a solid phase growth crystallization process goes too far reversely, the field which remains while it has been amorphous silicon among the 1 surface sections of a substrate becomes small. It is desirable to leave the amorphous silicon of a certain amount of surface ratio to the crystallized so-called polish recon at a solid phase growth crystallization process. This leaves the amorphous silicon of a certain amount of surface ratio at the solid phase growth crystallization process, and is because the thin film transistor of electron mobility produced using the crystal film obtained according to a subsequent laser annealing crystallization process is higher and the threshold voltage which is an electrical potential difference in case a transistor turns on is small. Therefore, when crystallization in a solid phase growth crystallization process is inadequate as mentioned above, and when crystallization advances too much, it must treat as a defect substrate.

[0009]

It is based on the difference in transparency reinforcement, and with the conventional technique of separating and detecting polycrystalline silicon and amorphous silicon, when a foreign matter is in the 1 surface section of a substrate, or when there is a foreign matter defect, since most foreign matters have low transparency reinforcement in the full wave length region of the light, a foreign matter and a foreign matter defect will also be incorrect-detected as amorphous silicon.

[0010]

With the conventional technique given in said patent reference 2, since the objective light reflex property is used, it is not suitable for the small detection object of a reflection factor. Even if it substitutes the transmitted light for the reflected light, it will become impossible [classifying the class of foreign matter itself]. In the substrate with which amorphous silicon and polycrystalline silicon are intermingled, a contrast ratio needs to use the transmitted light, when it detects the surface ratio and the distribution situation of polycrystalline silicon and amorphous silicon at least, since the using the transmitted light when detecting surface ratio and distribution situation of polycrystalline silicon and amorphous silicon of substrate image pick-up [reflected light] result is higher. [of the 1 surface section]

[0011]

It needs to be based on the image pick-up result using the transmitted light, it is necessary to separate and detect polycrystalline silicon and amorphous silicon, and another image pick-up means and another exposure means using the reflected light need to classify amorphous silicon, and a foreign matter or a foreign matter defect after that. Thus, in order to separate and detect polycrystalline silicon, amorphous silicon, and a foreign matter, two or more image pick-up means and two or more exposure means are needed. So, test equipment large-sized-izes and the control system for [said] dissociating and detecting is complicated.

[0012]

Therefore, the object of this invention is offering the test equipment and the inspection approach of the crystalline film an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field being easily [certainly and] detectable while simplifying the structure of equipment.

[0013]

[Means for Solving the Problem]

This invention is an exposure means to irradiate the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least, An image pick-up means to picturize the crystalline film from the opposite direction of an exposure means,

It is test equipment of the crystalline film characterized by having a detection means to detect the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively among the image pick-up images picturized using the image pick-up means.

[0014]

If this invention is followed, after irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film at least, this crystalline film will be picturized with an exposure means using an image pick-up means from the opposite direction of an exposure means. A detection means detects the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images

using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively. Thus, based on the concentration value of the image picturized using the same exposure means and the same image pick-up means, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detectable. Said three fields can be detected certainly and easily, without using two or more image pick-up means and two or more exposure means, for example, if it puts in another way. Therefore, while being able to simplify the structure of test equipment, the amorphous film field of said crystalline film, a crystal film field, and a foreign matter defective field are easily [certainly and] detectable.

[0015]

Moreover, this invention is an exposure means to irradiate the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least,

An image pick-up means to picturize the crystalline film from the opposite direction of an exposure means,

It is based on the concentration value of the short wavelength image in the light of the short wavelength picturized using the image pick-up means. A short wavelength image is divided into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field. the long wave picturized using the image pick-up means -- the long wave in merit's light -- the concentration value of a long image -- being based -- a long wave -- a field separation means to divide a long image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field,

It is test equipment of the crystalline film characterized by having a detection means to detect the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field, using the crystal film field, the 1st and 2nd fields, and foreign matter defective field which were separated by the field separation means.

[0016]

If this invention is followed, after irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film at least, this crystalline film will be picturized with an exposure means using an image pick-up means. A field separation means divides a short wavelength image into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field based on the concentration value of the short wavelength image in the short

wavelength picturized using the image pick-up means. Moreover, a field separation means divides a long wavelength image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field based on the concentration value of the long wavelength image in the picturized long wavelength. A detection means detects the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field using these crystal film field, the 1st and 2nd fields, and foreign matter defective field which were separated by the field separation means.

[0017]

Thus, based on the concentration value of the image picturized using the same exposure means and the same image pick-up means, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detectable. Said three fields can be detected certainly and easily, without using two or more image pick-up means and two or more exposure means, for example, if it puts in another way. Therefore, while being able to simplify the structure of test equipment, the amorphous film field of said crystalline film, a crystal film field, and a foreign matter defective field are easily [certainly and] detectable.

[0018]

Moreover, this invention is characterized by an exposure means being white lighting.

If this invention is followed, the exposure means which can irradiate the light of short wavelength and long wavelength at least is easily realizable with white lighting.

[0019]

Moreover, this invention is characterized by an image pick-up means having an optical microscope.

If this invention is followed, since an image pick-up means has an optical microscope, an optical microscope can realize high spatial resolving power, and it becomes possible to inspect the crystalline film in a detail with a desired magnifying power.

[0020]

Moreover, this invention is the 1st process which picturizes said crystalline film, irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least,

It is the inspection approach of the crystalline film characterized by having the 2nd process which detects the amorphous film field and

crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively.

[0021]

If this invention is followed, said crystalline film will be picturized in the 1st process, irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least. In the 2nd process, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detected based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively. Thus, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field can be detected, without using the process which irradiates light and picturizes it on the crystalline film in addition to the 1st process mentioned above. Therefore, after simplifying the inspection approach of the crystalline film, an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field are certainly detectable. The control system for furthermore separating and detecting an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field can be simplified.

[0022]

Moreover, this invention is said 2nd process,

The short wavelength image separation phase of dividing a short wavelength image into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field based on the concentration value of the short wavelength image in the light of the picturized short wavelength,

the picturized long wave -- the long wave in merit's light -- the concentration value of a long image -- being based -- a long wave -- the long wave which divides a long image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field -- a long image separation phase,

The phase of detecting only a foreign matter defective field by taking the AND of the short wavelength image separated in the short wavelength image separation phase, and the long wavelength image separated in the long wavelength image separation phase,

The phase of detecting only an amorphous film field by taking the

difference of the detection image of the foreign matter defective field detected in said phase, and the short wavelength image separated in the short wavelength image separation phase,

It is characterized by ***ing).

[0023]

If this invention is followed, in a short wavelength image separation phase, a short wavelength image will be divided into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field based on the concentration value of the short wavelength image in the light of the picturized short wavelength. a long wave -- the long wave picturized in the long image separation phase -- the long wave in merit's light -- the concentration value of a long image -- being based -- a long wave -- a long image is divided into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field. Then, only a foreign matter defective field is detected by taking the AND of the short wavelength image separated in the short wavelength image separation phase, and the long wavelength image separated in the long wavelength image separation phase. Only an amorphous film field is detected by taking the difference of the detection image of said detected foreign matter defective field, and the image separated in the short wavelength image separation phase.

[0024]

Thus, it becomes possible to detect only a foreign matter defective field by taking the AND of the short wavelength image especially separated in the short wavelength image separation phase, and the long wavelength image separated in the long wavelength image separation phase. And it becomes possible to detect only an amorphous film field by taking the difference of the detection image of said detected foreign matter defective field, and the image separated in the short wavelength image separation phase. That is, the inspection approach of the crystalline film of separating and detecting an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field is realizable.

[0025]

Moreover, this invention is characterized by using the red component image of the subject-copy images as a long wavelength image in the light in long wavelength, using the blue component image of the subject-copy images as a short wavelength image in the light of short wavelength.

[0026]

If this invention is followed, it is realizable as a short wavelength image in the light of short wavelength to separate into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field by using the

blue component image of the subject-copy images. a long wave -- the long wave in merit's transmitted light -- it is realizable as a long image to separate into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field by using the red component image of the subject-copy images.

[0027]

[Embodiment of the Invention]

Drawing 1 is the mimetic diagram showing the configuration of the test equipment 2 of the crystalline film 1 concerning the operation gestalt of this invention, and drawing 2 is the perspective view showing selectively the relation of the crystalline film 1 and test equipment 2 which were formed in the substrate 4. This operation gestalt is applied to the test equipment which inspects the crystalline film obtained after a solid phase growth crystallization process, when manufacturing the thin film transistor of for example, an active-matrix form etc. The following explanation also includes the explanation about the inspection approach of the crystalline film 1, and the production approach of the crystalline film 1. After producing the amorphous silicon semi-conductor film (it may only be henceforth called the amorphous film), this amorphous film shall be selectively crystallized according to a solid phase growth crystallization process, and the crystalline film 1 shall be produced.

[0028]

Drawing 3 is the sectional view expanding and showing a substrate 4 in the thickness direction, and after it forms the crystalline film in the 1 surface section of a substrate 4, it is the sectional view showing gradually the process which forms the crystal film. The substrate 4 shown in drawing 3 (a) is seen from [which is an electrical insulation material / which consists, for example of glass etc.] thickness, for example, the amorphous silicon layer 6 which is the amorphous film is formed, and it is constituted by 1 surface section 5a of the rectangular plate-like base material 5. The board thickness of the plate-like base material 5 is formed in about 0.7mm. the amorphous silicon layer 6 -- for example, plasma CVD (CVD:Chemical Vapor Deposition) -- law or LPCVD (LPCVD:Low Pressure Chemical Vapor Deposition) -- it is formed of law, for example, has the thickness of 1500A or less extent more than about 1000A (A).

[0029]

Next, as shown in drawing 3 (b), for example, oxidation liquid is applied to 1 surface section 6a of the amorphous silicon layer 6, and an oxide film 7 is formed in it of work of this oxidation liquid. The

crystallization acceleration liquid besides a graphic display is applied to 1 surface section 7a of an oxide film 7, and as shown in drawing 3 (c) after that, in order to apply a metal catalyst to 1 surface section 7a of an oxide film 7, the catalyst deposit 8 is formed by the revolution coater. The substrate 4 shown in drawing 3 (c) in which the catalyst deposit 8 was formed is heated at the more than temperature from which crystallization of the amorphous silicon layer 6 begins, for example, about 550 degrees C, in a solid phase growth crystallization process, and crystallization of the amorphous silicon layer 6 advances. After the solid phase growth crystallization process that crystallization of the amorphous silicon layer 6 advanced to some extent, the crystalline film 1 is inspected with the test equipment 2 mentioned later. Then, in a excimer laser annealing crystallization process, laser beam Ra is irradiated to the amorphous silicon layer 6 using a excimer laser annealer. Consequently, the amorphous silicon layer 6 is fused once and is polycrystal-sized through a cooling solidification process. That is, the crystal film is formed in the 1 surface section of a substrate 4.

[0030]

The test equipment 2 which inspects the crystalline film 1 immediately after a solid phase growth crystallization process The xy stage 3, xy stage drive 9 (refer to drawing 4), and the motor 10 for z-axis actuation, Color CCD camera 11 (CCD:Charge Coupled Device) and optical microscope 12 as an image pick-up means, It has the white lighting 13 as an exposure means, the control device 14 as a field separation means and a detection means, a display 15, and a keyboard 16 and a mouse 17 (refer to drawing 4). The xy stage 3 is a stage which carries out adsorption support of the substrate 4, and is constituted movable in x directions in alignment with the longitudinal direction of the abbreviation rectangle-like stage 3, and the direction of y which intersects perpendicularly in the thickness direction of a substrate 4 and x directions by which adsorption support was carried out. This xy stage 3 is supported movable in x and the direction of y to the base frame 18.

[0031]

xy stage drive 9 is a device which moves selectively a part of arbitration of the crystalline film 1 to a location to be examined to color CCD camera 11 and an optical microscope 12, and white lighting 13. This xy stage drive 9 has the x direction drive besides the graphic display which has the driving source in which migration actuation is possible for the xy stage 3 in the x directions, and the direction drive of y besides the graphic display which has the driving source in which

migration actuation is possible for the xy stage 3 in the direction of y. The motor 10 for z-axis actuation has the function which moves in the thickness direction of the substrate 4 shown by the arrow mark z to color CCD camera 11 on the xy stage 3 and which gets blocked and carries out focusing adjustment.

[0032]

Color CCD camera 11 consists of possible [the image pick-up for an image pick-up], the RGB images, i.e., the color picture, which consist of red (R) and a green (G) and blue (B) color. Said color picture is also called a color subject-copy image. This color CCD camera 11 is supported by thickness direction one side of a substrate 4, and the optical microscope 12 is attached in the image pick-up section of this color CCD camera 11. Therefore, color CCD camera 11 arranges the crystalline film 1 formed in the substrate 4 possible [an image pick-up] through an optical microscope 12, and is formed. An optical microscope 12 has objective lens 12a, and this color CCD camera 11 is constituted through the optical microscope 12 possible [an image pick-up of the field of the shape of an abbreviation 128micrometerx128micrometer rectangle]. Thus, since an image pick-up means has color CCD camera 11 and the optical microscope 12 with high spatial resolving power, it becomes possible [inspecting the crystalline film 1 in a detail as it is also at a desired magnifying power].

[0033]

White lighting 13 consists of a halogen lamp. It is prepared in the base frame 18 at one, and this white lighting 13 meets in the direction of an abbreviation optical axis of color CCD camera 11 and an optical microscope 12, it is arranged that is, arranged and is formed in thickness direction another side of a substrate 4. This white lighting 13 is constituted possible [the exposure for an exposure] in the white light which has about 400nm or more wavelength component about 700nm or less. It is constituted so that this transmitted light may be picturized using color CCD camera 11 and an optical microscope 12, after irradiating the crystalline film 1 of the substrate 4 which is an object for an exposure and making it penetrate said white light towards thickness direction one side of a substrate 4. Moreover, the volume besides circuit changing switch 13a for carrying out manual switching of an exposure condition and the condition of not irradiating, and the graphic display for setting up an illuminance is attached to white lighting 13.

[0034]

Drawing 4 is the block diagram of the control system of test equipment 2. A control unit 14 has the microcomputer which consists of arithmetic and program control 20 (CPU:Central Processing Unit), ROM 21 (ROM:ReadOnly Memory), and a ram 22 (RAM:Random Access Memory), a bus 23, an input/output interface 24, and the actuation circuits 25, 26, and 27. Arithmetic and program control 20, ROM 21, and the ram 22 are electrically connected to the input/output interface 24 through the bus 23. The keyboard 16 and mouse 17 which are an input means are electrically connected to the input/output interface 24, respectively. [0035]

xy stage drive 9, the motor 10 for Z-axis actuation, and the display 15 are electrically connected to the input/output interface 24 through the actuation circuits 25, 26, and 27, respectively. The below-mentioned detection program which detects an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field is stored in ROM 21 from said picturized RGB image. Said detection program is performed with arithmetic and program control 20. The reference value of the area of an amorphous film field is beforehand set to a ram 22, and is recorded on it. The reference value of an amorphous lump's magnitude mentioned later is beforehand set to a ram 22, and is recorded on it. The image board 28 is equipped with the video ram besides a graphic display, and this video ram records the RGB image picturized with color CCD camera 11 possible [rewriting] as an RGB code. Firm output of the image pick-up image is carried out to a display 15 through the image board 28, an input/output interface 24, and the actuation circuit 27.

[0036]

Drawing 5 is drawing showing typically the process which detects the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31. Drawing 6 is the graph showing the transparency property over the wavelength of the amorphous film and the crystal film. Said detection program divides into the crystal film field 30 and the 1st field 34 other than said crystal film field 30 image pick-up image 32A by which binarization was carried out with the concentration value based on the concentration value of the image pick-up image 32 in the transmitted light of the picturized short wavelength. Moreover, said detection program divides into the foreign matter defective field 31 and the 2nd field 35 other than said foreign matter defective field 31 image pick-up image 33A by which binarization was carried out with the concentration value based on the concentration value of the image pick-up image 33 in the transmitted light of the picturized long wavelength. The amorphous film field 29, the crystal

film field 30, and the foreign matter defective field 31 are detected using the crystal film field 30, the 1st and 2nd fields 34 and 35, and the foreign matter defective field 31 which were these-separated.

[0037]

As an image pick-up image 32 in the transmitted light of the picturized short wavelength, the blue component image of the color subject-copy images is used. A blue component image is an image obtained by carrying out photo electric translation of the optical image of a blue wavelength component here. A blue component image is also only called a blue image. As an image pick-up image 33 in the transmitted light of the picturized long wavelength, the red component image of the color subject-copy images is used. A red component image is an image obtained by carrying out photo electric translation of the optical image of a red wavelength component here. A red component image is also only called a red image. In this operation gestalt, said short wavelength is synonymous with about 400nm or more wavelength of 500nm or less, and that of said long wavelength is synonymous with about 600nm or more wavelength of 700nm or less.

[0038]

The transparency properties of as opposed to wavelength in the amorphous film and the crystal film differ. When turn, and irradiate the white light which has about 400nm or more wavelength component 700nm or less, the substrate 4 whole is made to penetrate it and the transmitted light is picturized using color CCD camera 11 as mentioned above for example, the quantity of light of the transmitted light which color CCD camera 11 receives changes with crystallization conditions in a substrate 4. In the image pick-up field of color CCD camera 11, when the amorphous film field 29 and the crystal film field 30 are intermingled, an image pick-up image is reflected by the difference in permeability, i. e., a concentration value. In the about 400nm or more near [500nm or less] section, a big difference is between the permeability of the light of the crystal film, and the permeability of the light of the amorphous film among the white lights. Therefore, among red, green, and a blue image, in a blue image, the concentration value of the amorphous film field 29 is low, and the concentration value of the crystal film field 30 is high. The amorphous film field 29 and the crystal film field 30 are separated and detected using such a property.

[0039]

As shown in drawing 6 , the permeability of the amorphous film in the near [about 400nm or more 500nm or less wavelength] section is lower than the permeability of the amorphous film in the near [about 600nm or

more 700nm or less wavelength] section, and its permeability of the crystal film in the near [about 400nm or more 500nm or less wavelength] section is higher than the permeability of the crystal film in the near [about 600nm or more 700nm or less wavelength] section. Therefore, the wavelength configuration in the about 400nm or more near [500nm or less] section and the wavelength configuration in the about 600nm or more near [700nm or less] section are same extent, and an average concentration value [in / the case of same extent / on these wavelength fields and / in the light-receiving sensibility of color CCD camera 11 / a red image] comes to spread abbreviation etc. on the mean value of the concentration value of the crystal film in a blue image, and the concentration value of the amorphous film.

[0040]

Moreover, in the about 600nm or more near [700nm or less] section, the difference of the permeability of the crystal film and the permeability of the amorphous film is small. That is, in a red image, the contrast difference of the amorphous film field 29 and the crystal film field 30 becomes small. Moreover, said foreign matter defective field 31 has low permeability in the full wave length region of a light region, and the concentration value of the image pick-up image 32 in the transmitted light of short wavelength and the image pick-up image 33 in the transmitted light of long wavelength becomes low, respectively.

[0041]

As shown in drawing 5, in the image pick-up image 32 in the transmitted light of short wavelength, it is higher than the concentration value of the amorphous film field 29 and the foreign matter defective field 31, and a concentration value lower than the concentration value of the crystal film field 30 is acquired for binary picture 32A from the above thing as a binarization threshold. Said binary picture 32A may be called image pick-up image 32A or short wavelength image 32A. It is possible to divide image pick-up image 32A in the transmitted light of short wavelength into the crystal film field 30 and the 1st field 34 other than said crystal film field 30 in the image field by this. In the image pick-up image 33 in the transmitted light of long wavelength, it is higher than the concentration value of the foreign matter defective field 31, and a concentration value lower than the concentration value of the amorphous film field 29 is acquired for binary picture 33A as a binarization threshold. Said binary picture 33A may be called image pick-up image 33A or long wavelength image 33A. a long wave -- the concentration value of the amorphous film field 29 in the image pick-up image 33 in merit's transmitted light -- the concentration value of the

crystal film field 30, and abbreviation -- since it is equivalent the long wave of drawing 6 -- the permeability in merit -- abbreviation, it becomes equivalent. this -- a long wave -- it is possible to divide image pick-up image 33A in merit's transmitted light into the foreign matter defective field 31 and the 2nd field 35 other than said foreign matter defective field 31 in the image field.

[0042]

Only the foreign matter defective field 31 is detectable as a binary picture 36 by taking the AND of binary picture 32A in the image pick-up image 32 in the transmitted light of said short wavelength, and binary picture 33A in the image pick-up image 33 in the transmitted light of long wavelength. Said binary picture 36 may be called the foreign matter detection binary picture 36. Only the amorphous film field 29 is detectable as a binary picture 37 by furthermore taking the difference of binary picture 32A in the image pick-up image 32 in the transmitted light of short wavelength, and said foreign matter detection binary picture 36. Said binary picture 37 may be called the amorphous film detection binary picture 37.

[0043]

Drawing 7 is a flow chart which shows the process which inspects the crystalline film obtained according to a solid phase growth crystallization process. In drawing 7, ai (i= 1, 2, 3 --) shows a step. After carrying out adsorption support of the assessment substrate 4 on the xy stage 3 and changing the manual change of the circuit changing switch 13a of white lighting 13 into an exposure condition from the condition of not irradiating, the main power supply besides the graphic display of the test equipment 2 of a step 0 odor lever is switched on, and initial setting of test equipment 2 is performed at step 1. As an initialization item, there are a lighting illuminance of white lighting 13, an inspection location by xy stage drive 9 of the assessment substrate 4, etc. concretely.

[0044]

With color CCD camera 11 and an optical microscope 12, the RGB image picturized every about 100 msec(s) is sent to the image board 28 as an RGB code from color CCD camera 11, and firm output is further carried out to a display 15 through an input/output interface 24 and the actuation circuit 27. Inspecting visually the transparency image outputted to the display 15, the illuminance of the white lighting 13 which is said initialization item is set up, it moves in x directions and the direction of y with xy stage drive 9 on the xy stage 3, and the inspection location which is an initialization item is set up.

[0045]

It shifts to step 2 after that, and focusing adjustment is carried out by the blue image used as a final assessment substrate 4 so that the contrast difference of the crystal film field 30 and the amorphous film field 29 may become large. By the way, although it is desirable to make it focus about the light of red, blue, and a green component, respectively when picturizing a RGB image with color CCD camera 11 and an optical microscope 12, it is technically difficult from originating in the aberration of each color component and depth of field not being in agreement to focus about the light of three red, blue, and a green component with the magnifying power of an optical microscope 12 etc. What is necessary is just to make it focus about the light of a blue component at least according to the inspection approach of this test equipment 2 and the crystalline film 1, in order to perform concentration value information that the amorphous film field 29 and the crystal film field 30 are separated, of a blue component. The condition that the focus of a focus of an optical microscope 12 corresponds with the front face of the crystalline film 1 for an image pick-up is said here. Furthermore, a focus says the condition that the light of a blue component is in a focal location.

[0046]

In step 3, two or more images of the crystalline film 1 are picturized, making migration actuation carry out in the thickness direction of the substrate 4 in which the xy stage 3 is shown by the arrow mark Z with the instruction sent to the motor 10 for Z-axis actuation through a bus 23, an input/output interface 24, and the actuation circuit 26 from arithmetic and program control 20. This color subject-copy image picturized two or more sheets is recorded on said video ram 28 possible [rewriting]. Then, said detection program elects the high image of the variance of a concentration value in a blue component from among the image pick-up images of two or more sheets.

[0047]

The contrast of an image becomes high, when the contrast of an image becomes small and the focus suits so that a focus shifts. If it puts in another way, dispersion in the concentration value in an image can use the most remarkable image as a focus image highly [the contrast of an image]. Therefore, the variance of the concentration value in an image is computed and compared, and let an image with the largest variance, i.e., an image with the highest contrast, be a focus image. Then, in step 4, a blue image and a red image are separated from said color subject-copy image.

[0048]

Next, it shifts to step 5 and binarization of the blue image is carried out for a concentration value [higher than the concentration value of the amorphous film field 29 and the foreign matter defective field 31] lower than the concentration value of the crystal film field 30 as a binarization threshold. This separates image pick-up image 32A in the transmitted light of short wavelength, i.e., short wavelength image 32A, into the crystal film field 30 and the other 1st fields 34 in the image field. At this time, the field of a concentration value smaller than said binarization threshold is detectable as the amorphous film field 29 and a foreign matter defective field 31. The field of a larger concentration value than said binarization threshold is detectable as a crystal film field 30.

[0049]

Next, it shifts to step 6 and binarization of the red image is carried out for a concentration value [higher than the concentration value of the foreign matter defective field 31] lower than the concentration value of the amorphous film field 29 as a binarization threshold. this -- a long wave -- image pick-up image 33A in merit's transmitted light, i.e., a long wave, -- a long image is divided into the foreign matter defective field 31 and the other 2nd fields 35 in the image field. At this time, the field of a concentration value smaller than said binarization threshold is detectable as a foreign matter defective field 31. The field of a larger concentration value than said binarization threshold is detectable as a crystal film field 30.

[0050]

Next, in step 7, the AND of binary picture 32A of a blue component and binary picture 33A of a red component is taken, and the foreign matter detection binary picture 36 is obtained. Next, in step 8, the amorphous film field 29 is detected as a binary picture 37 by taking the difference of binary picture 32A of a blue component, and said foreign matter detection binary picture 36. After that, while computing an amorphous lump's magnitude in step 9, the area of the amorphous film field 29 is computed and it ends in step 10. Said amorphous lump is synonymous with the lump of the film material in the amorphous film field 29. At this time, an amorphous lump is detected as about 8 connected component of a binary picture. Let an amorphous lump's magnitude be the die length of the side of the bounding rectangle of an amorphous lump connected component. Let area of the amorphous film field 29 be the number of pixels of the connected component of the amorphous film.

[0051]

Drawing 8 is the block diagram showing the relation between a solid phase growth crystallization process and the inspection process of the crystalline film 1. After a solid phase growth crystallization process, the surface ratio of said amorphous film field 29 to the crystal film field 30 is compared with the surface ratio of the amorphous film field beforehand recorded on the ram 22. And said amorphous lump's magnitude is compared with the magnitude used as the criteria of the amorphous lump which memorized to the ram 22 beforehand. Thus, immediately after a solid phase growth crystallization process, it can judge whether the crystalline film 1 to be examined is normal with test equipment 2.

[0052]

The surface ratio of the amorphous film field recorded with the surface ratio of the actual amorphous film field 29 as having mentioned above is compared, an amorphous lump's magnitude is compared with an amorphous lump's recorded magnitude, and the conditions for crystallizing the amorphous film selectively in a solid phase growth crystallization process can be adjusted by feeding back the information on these comparison results to a solid phase growth crystallization process. It becomes possible to produce the crystalline film 1 which made the desired ratio the mixture ratio of the amorphous film field 29 and the crystal film field 30 by this. Moreover, it becomes possible to produce the crystalline film 1 which made the amorphous lump of film material under the magnitude used as criteria. Therefore, by feeding back to a before process, said information can be contributed to improvement in the yield. The conditions for crystallizing said amorphous film selectively are the burning temperature of a heating furnace, its firing time, etc.

[0053]

According to the test equipment 2 of the crystalline film 1 explained above, on the crystalline film 1, after irradiating the transmitted light of short wavelength and long wavelength at least, this crystalline film 1 is picturized using color CCD camera 11 and an optical microscope 12. The control unit 14 as a field separation means divides image pick-up image 32A into the crystal film field 30 and the 1st field 34 other than said crystal film field 30 in the image field based on the concentration value of the image pick-up image 32 in said picturized short wavelength. Moreover, said control unit 14 divides image pick-up image 33A into the foreign matter defective field 31 and the 2nd field 35 other than said foreign matter defective field 31 in the image field based on the concentration value of the image pick-up image 33 in the

picturized long wavelength. The amorphous film field 29 and the crystal film field 30 in an image pick-up image, and the foreign matter defective field 31 are detectable using the crystal film field 30, the 1st and 2nd fields 34 and 35, and the foreign matter defective field 31 which were separated.

[0054]

Thus, based on the concentration value of the image picturized using the same white lighting 13, same color CCD camera 11, and the optical microscope 12, the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31 are detectable. Said three fields can be detected certainly and easily, without using two or more image pick-up means and two or more exposure means, for example, if it puts in another way. Therefore, while being able to simplify the structure of test equipment 2, the amorphous film field 29 of said crystalline film 1, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31 are easily [certainly and] detectable. The control system for furthermore separating and detecting the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31 can be simplified.

[0055]

Moreover, the exposure means which can irradiate the transmitted light of short wavelength and long wavelength at least is easily realizable with white lighting 13. Since an image pick-up means has an optical microscope 12, an optical microscope 12 can realize high spatial resolving power, and it becomes possible to inspect the crystalline film 1 in a detail with a desired magnifying power.

[0056]

In a short wavelength image separation phase, image pick-up image 32A is divided into the crystal film field 30 and said 1st field 34 in the image field based on the concentration value of the image pick-up image 32 in the transmitted light of the picturized short wavelength. a long wave -- the long wave picturized in the long image separation phase -- based on the concentration value of the image pick-up image 33 in merit's transmitted light, image pick-up image 33A is divided into the foreign matter defective field 31 and the 2nd field 35 in the image field. Then, only the foreign matter defective field 31 is detected by taking the AND of image 32A separated in the short wavelength image separation phase, and image 33A separated in the long wavelength image separation phase. Only the amorphous film field 29 is detected by taking the difference of the detection image 36 of said detected foreign matter defective field 31, and image 32A separated in the short wavelength

image separation phase.

[0057]

Thus, it becomes possible to detect only the foreign matter defective field 31 by taking the AND of image 32A especially separated in the short wavelength image separation phase, and image 33A separated in the long wavelength image separation phase. And it becomes possible to detect only the amorphous film field 29 by taking the difference of the detection image 36 of said detected foreign matter defective field 31, and image 32A separated in the short wavelength image separation phase. That is, the inspection approach of the crystalline film 1 of separating and detecting the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31 is realizable.

[0058]

As an image pick-up image 32 in the transmitted light of short wavelength, it is realizable by using the blue component image of the color subject-copy images to separate into the crystal film field 30 and the 1st field 34 other than said crystal film field 30. a long wave -- it is realizable as an image pick-up image 33 in merit's transmitted light to separate into the foreign matter defective field 31 and the 2nd field 35 other than said foreign matter defective field 31 by using the red component image of the color subject-copy images.

[0059]

In case the crystalline film to be examined is picturized as other gestalten of operation of this invention, an optical microscope and a color CCD camera may be made into the structure which carries out migration actuation, without making the migration actuation of the xy stage carry out in the direction of z. While carrying out migration actuation of the xy stage furthermore, it is also possible for it to be made to carry out migration actuation of an optical microscope and the color CCD camera. The inspection approach of this invention may be, inspection, i. e., the total inspection, of the crystalline film of all substrates produced, and may be the sampling inspection within a production-lot unit. As a record means, it is also possible to apply other record means, such as a hard disk. White lighting is not limited to what consists of a halogen lamp. In addition, in the range which does not deviate from a claim, various partial change may be made to said operation gestalt.

[0060]

[Effect of the Invention]

As mentioned above, according to this invention, with an exposure means, after irradiating the exposure light which contains the light of short

wavelength and long wavelength in the crystalline film at least, this crystalline film is picturized using an image pick-up means from the opposite direction of an exposure means. A detection means detects the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively. Thus, based on the concentration value of the image picturized using the same exposure means and the same image pick-up means, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detectable. Said three fields can be detected certainly and easily, without using two or more image pick-up means and two or more exposure means, for example, if it puts in another way. Therefore, while being able to simplify the structure of test equipment, the amorphous film field of said crystalline film, a crystal film field, and a foreign matter defective field are easily [certainly and] detectable.

[0061]

Moreover, according to this invention, with an exposure means, after irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film at least, this crystalline film is picturized using an image pick-up means. A field separation means divides a short wavelength image into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field in the image field based on the concentration value of the short wavelength image in the short wavelength picturized using the image pick-up means. Moreover, a field separation means divides a long wavelength image into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field in the image field based on the concentration value of the long wavelength image in the picturized long wavelength. A detection means detects the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field using these crystal film field, the 1st and 2nd fields, and foreign matter defective field which were separated by the field separation means.

[0062]

Thus, based on the concentration value of the image picturized using the same exposure means and the same image pick-up means, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detectable. Said three fields can be detected certainly and easily, without using two or more image pick-up means and two or more exposure means, for example, if it puts in another way.

Therefore, while being able to simplify the structure of test equipment, the amorphous film field of said crystalline film, a crystal film field, and a foreign matter defective field are easily [certainly and] detectable.

[0063]

Moreover, according to this invention, the exposure means which can irradiate the light of short wavelength and long wavelength at least is easily realizable with white lighting.

[0064]

Moreover, according to this invention, since an image pick-up means has an optical microscope, an optical microscope can realize high spatial resolving power, and it becomes possible to inspect the crystalline film in a detail with a desired magnifying power.

[0065]

Moreover, according to this invention, said crystalline film is picturized in the 1st process, irradiating the exposure light which contains the light of short wavelength and long wavelength in the crystalline film with which the amorphous film field, the crystal film field, and the foreign matter defective field were intermingled at least. In the 2nd process, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field are detected based on the concentration value of the image pick-up image picturized among the picturized image pick-up images using the light of both short wavelength and long wavelength, respectively. Thus, the amorphous film field and crystal film field in an image pick-up image, and a foreign matter defective field can be detected, without using the process which irradiates light and picturizes it on the crystalline film in addition to the 1st process mentioned above. Therefore, after simplifying the inspection approach of the crystalline film, an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field are certainly detectable. The control system for furthermore separating and detecting an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field can be simplified.

[0066]

Moreover, according to this invention, it becomes possible to detect only a foreign matter defective field by taking the AND of the short wavelength image especially separated in the short wavelength image separation phase, and the long wavelength image separated in the long wavelength image separation phase. And it becomes possible to detect only an amorphous film field by taking the difference of the detection image of said detected foreign matter defective field, and the image

separated in the short wavelength image separation phase. That is, the inspection approach of the crystalline film of separating and detecting an amorphous film field, a crystal film field, and a foreign matter defective field is realizable.

[0067]

Moreover, according to this invention, it is realizable as a short wavelength image in the light of short wavelength to separate into a crystal film field and the 1st field other than said crystal film field by using the blue component image of the subject-copy images. a long wave -- the long wave in merit's transmitted light -- it is realizable as a long image to separate into a foreign matter defective field and the 2nd field other than said foreign matter defective field by using the red component image of the subject-copy images.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram showing the configuration of the test equipment 2 of the crystalline film 1 concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing selectively the relation of the crystalline film 1 and test equipment 2 which were formed in the substrate 4.

[Drawing 3] It is the sectional view expanding and showing a substrate 4 in the thickness direction, and after forming the crystalline film in the 1 surface section of a substrate 4, it is the sectional view showing gradually the process which forms the crystal film.

[Drawing 4] It is the block diagram of the control system of test equipment 2.

[Drawing 5] It is drawing showing typically the process which detects the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31.

[Drawing 6] It is the graph showing the transparency property over the wavelength of the amorphous film and the crystal film.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows the process which inspects the crystalline film obtained according to a solid phase growth crystallization process.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the relation between a solid phase growth crystallization process and the inspection process of the crystalline film 1.

[Description of Notations]

1 Crystalline Film

2 Test Equipment

11 Color CCD Camera

12 Optical Microscope
13 White Lighting
29 Amorphous Film Field
30 Crystal Film Field
31 Foreign Matter Defective Field
32A Short wavelength image
33A Long wavelength image
34 1st Field
35 2nd Field

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram showing the configuration of the test equipment 2 of the crystalline film 1 concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing selectively the relation of the crystalline film 1 and test equipment 2 which were formed in the substrate 4.

[Drawing 3] It is the sectional view expanding and showing a substrate 4 in the thickness direction, and after forming the crystalline film in the 1 surface section of a substrate 4, it is the sectional view showing gradually the process which forms the crystal film.

[Drawing 4] It is the block diagram of the control system of test equipment 2.

[Drawing 5] It is drawing showing typically the process which detects the amorphous film field 29, the crystal film field 30, and the foreign matter defective field 31.

[Drawing 6] It is the graph showing the transparency property over the

wavelength of the amorphous film and the crystal film.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows the process which inspects the crystalline film obtained according to a solid phase growth crystallization process.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the relation between a solid phase growth crystallization process and the inspection process of the crystalline film 1.

[Description of Notations]

1 Crystalline Film

2 Test Equipment

11 Color CCD Camera

12 Optical Microscope

13 White Lighting

29 Amorphous Film Field

30 Crystal Film Field

31 Foreign Matter Defective Field

32A Short wavelength image

33A Long wavelength image

34 1st Field

35 2nd Field

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

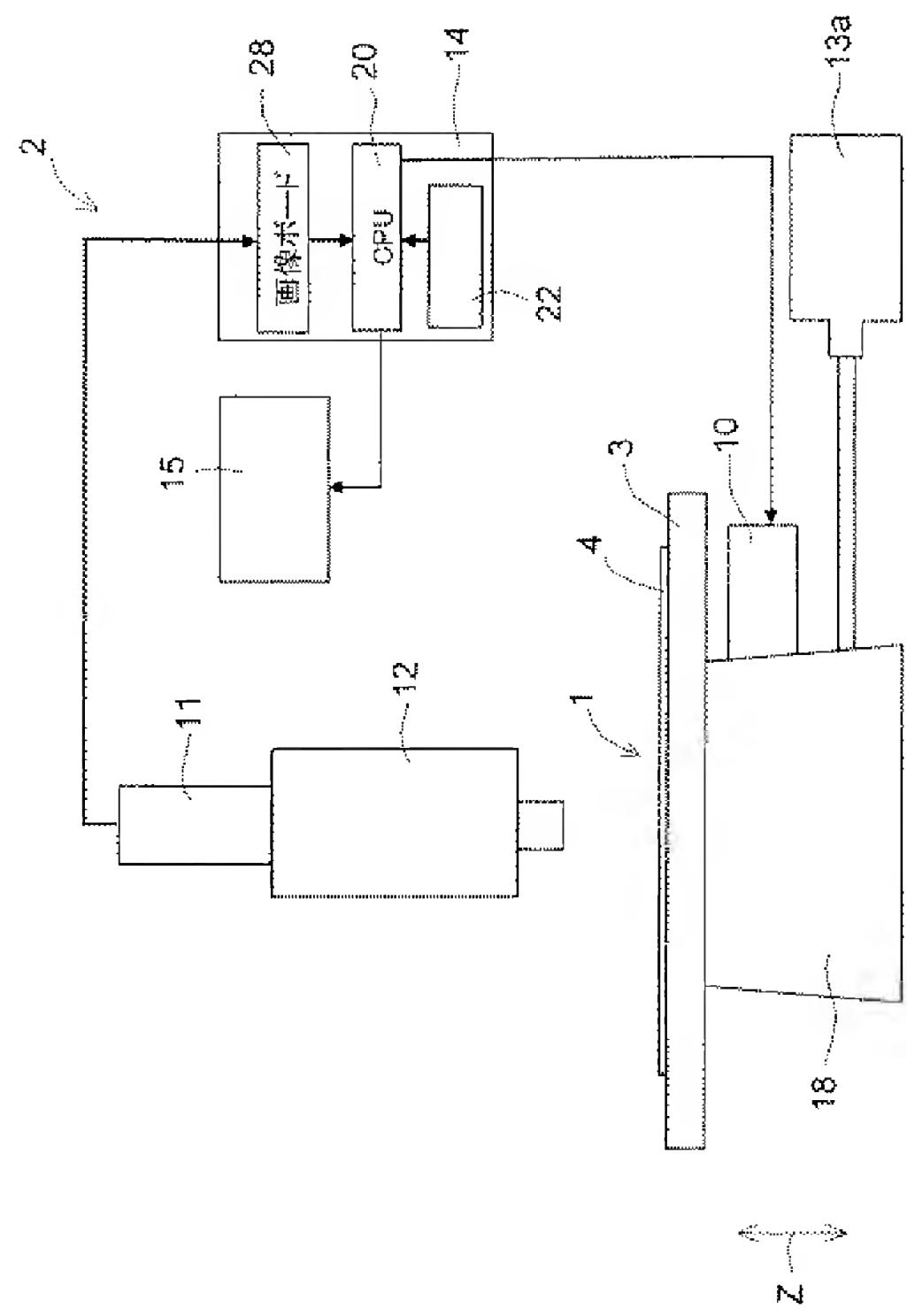
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

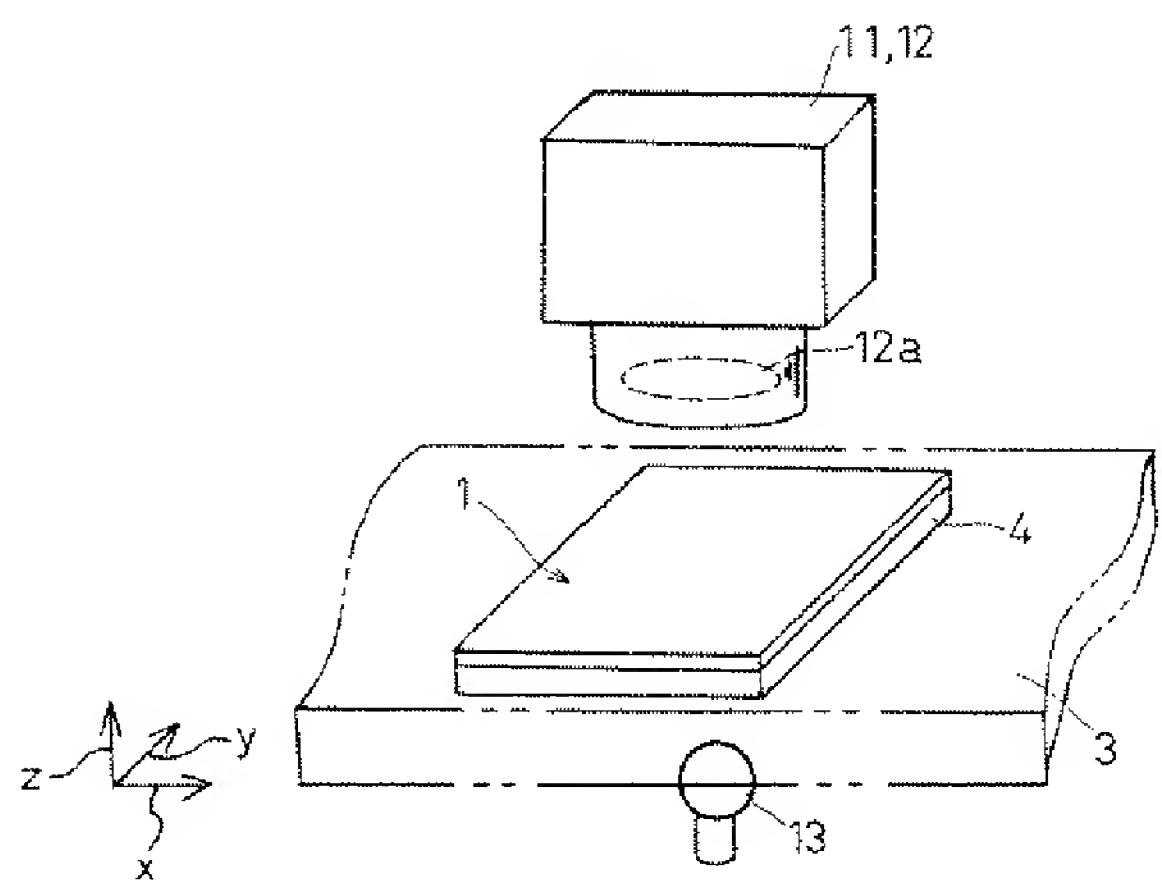
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

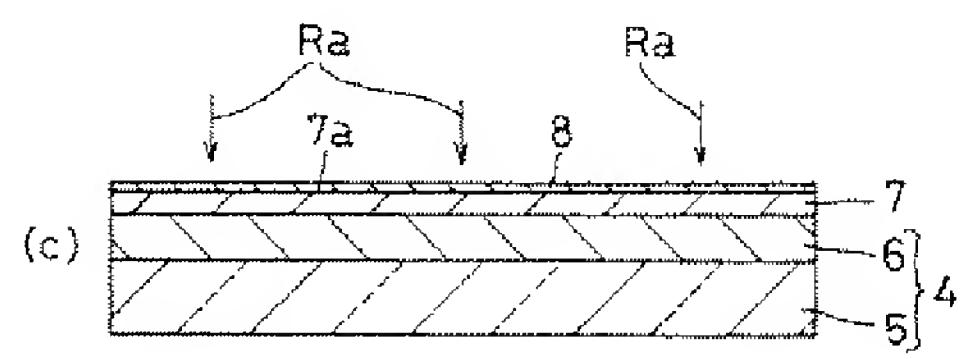
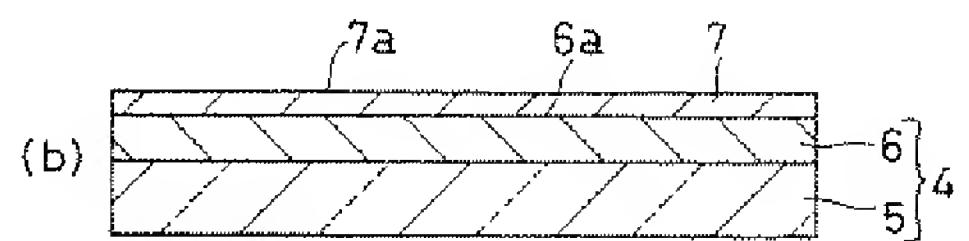
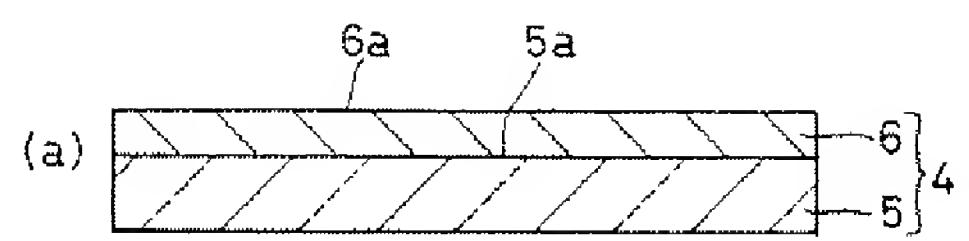
[Drawing 1]



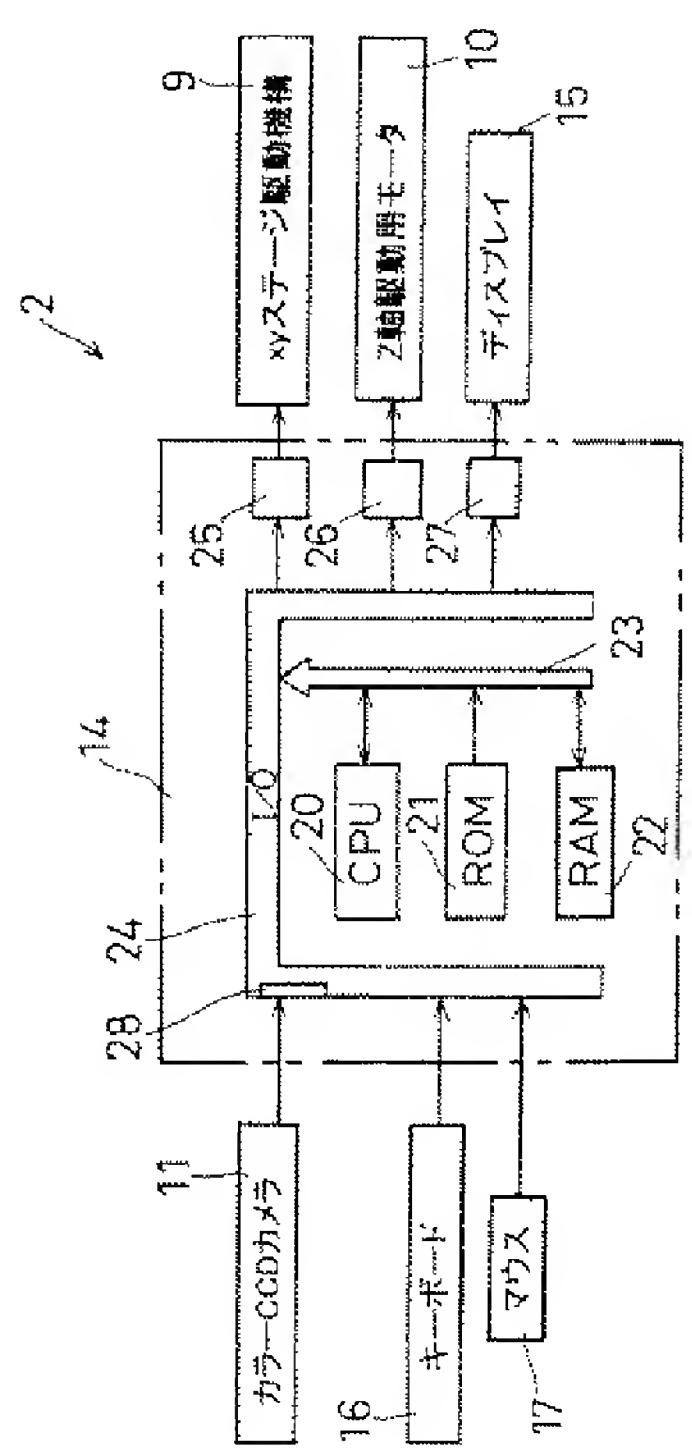
[Drawing 2]



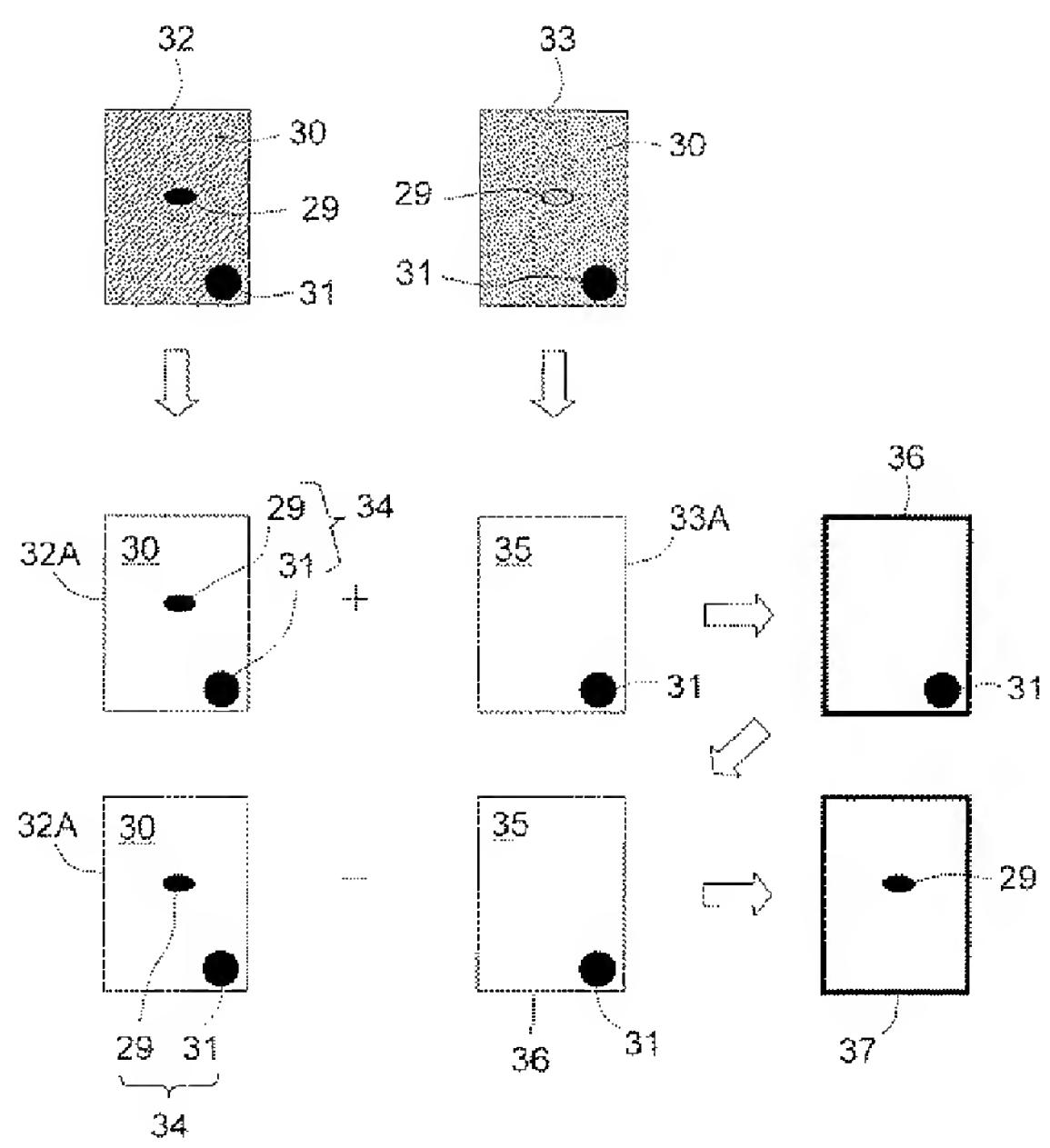
[Drawing 3]



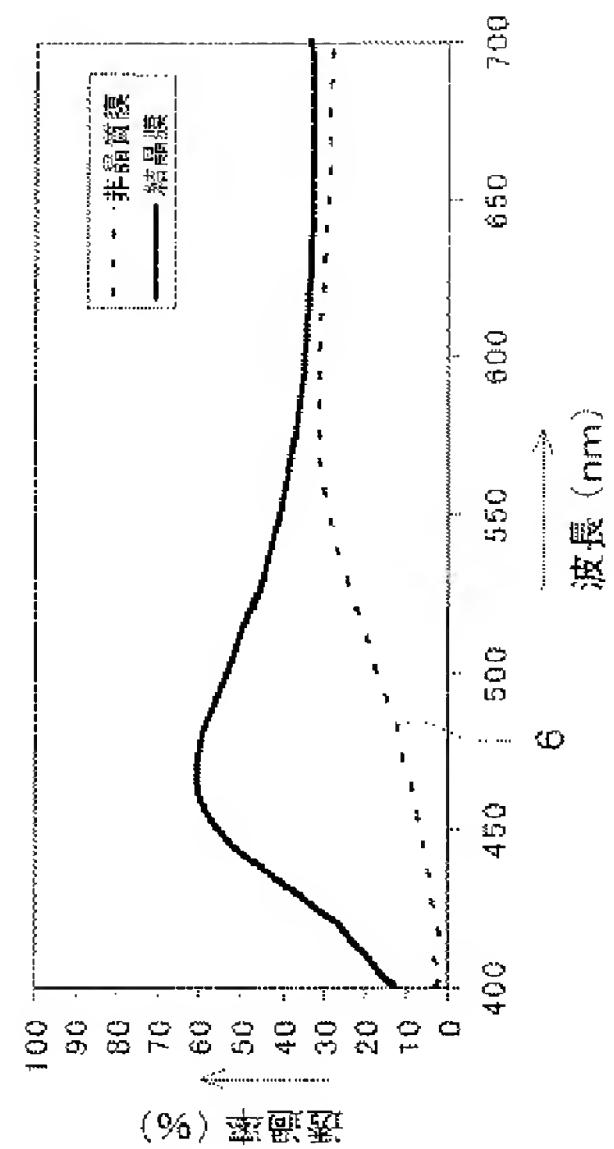
[Drawing 4]



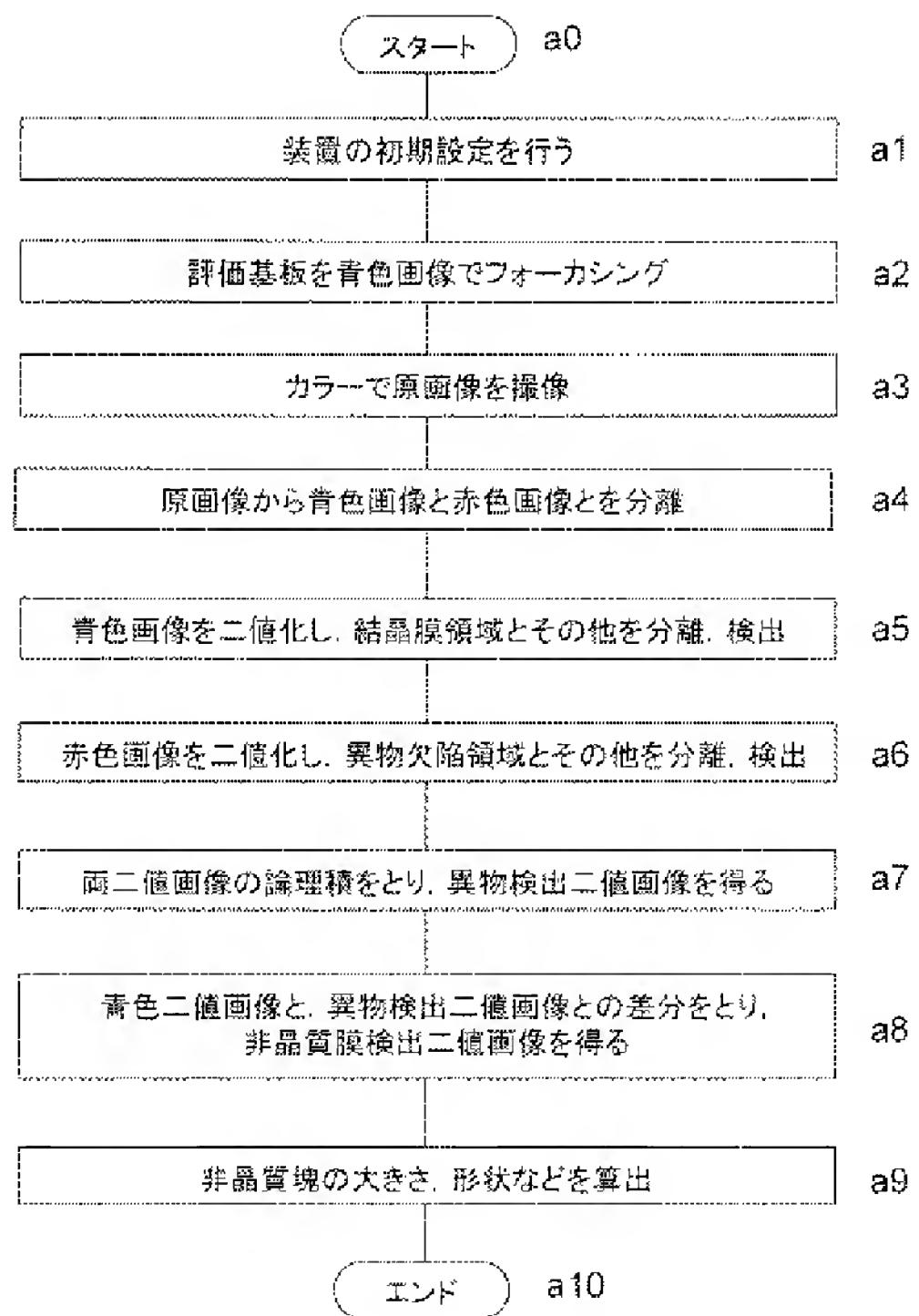
[Drawing 5]



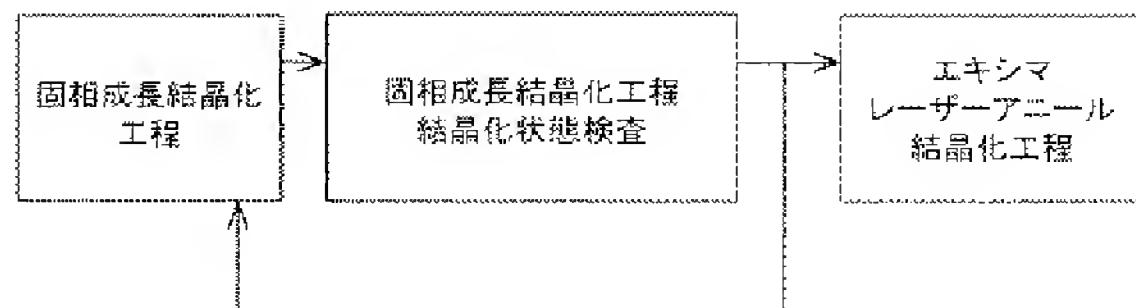
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]